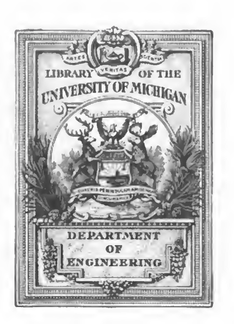
VDI-Z: ZEITSCHRIFT FÜR DIE ENTWICKLUNG, KONSTRUKTION, PRODUKTION







ARTES
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
DEPARTMENT
OF
ENGINEERING



ZEITSCHRIFT

DES

VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

Redacteur:

Th. Peters,

Generalsekretär des Vereines.

Berlin W., Kurfürstenstrafse 89,

am zoologischen Garten.

Band XXVI.

(Sechsundzwanzigster Jahrgang.)

1882.

Mit 39 Tafeln, 4 Textblättern und Holzschnitten im Texte.

Berlin.

Selbstverlag des Vereines.

Commissions-Verlag und Expedition: Julius Springer,

Berlin N., Monbijou-Platz 3.

Namenverzeichnis.

(Die römischen Ziffern bezeichnen die Tafeln, die arabischen die Textblätter. H. bedeutet: mit Abbildung im Texte.)

1. Mit Autornamen versehene Aufsätze.

2. Fachberichte.

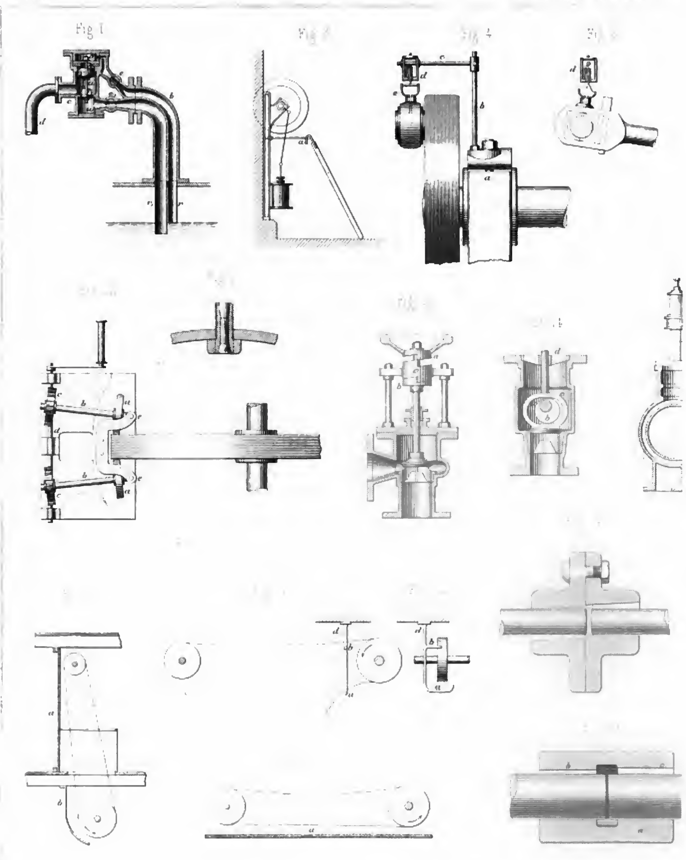
3. Zuschriften an die Redaction.

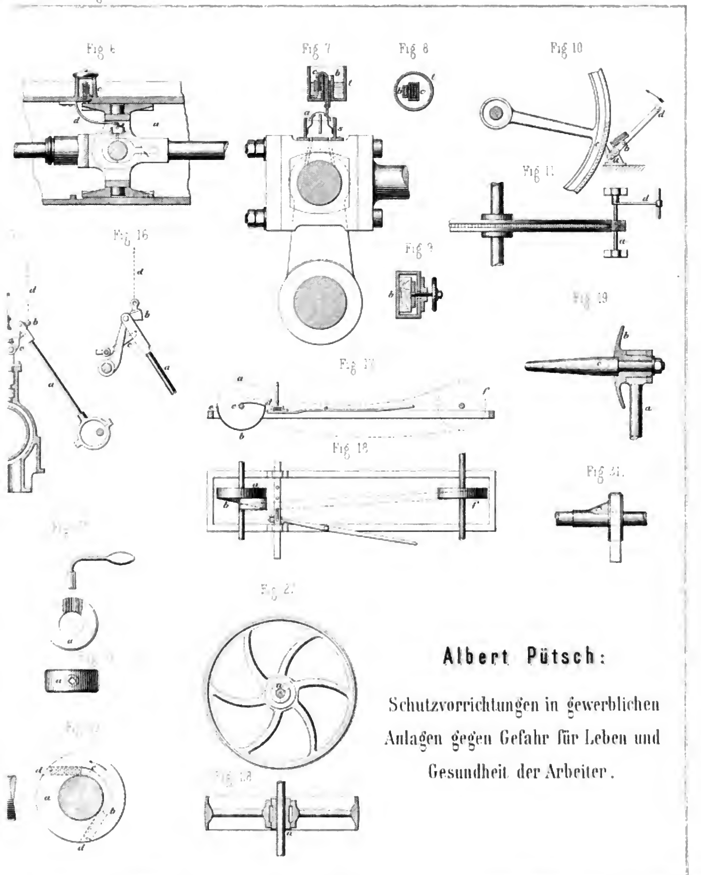
4. Litteratur, besprochene Werke.

Sachverzeichnis.

(Die römischen Ziffern bezeichnen die Tafeln, die arabischen die Textblätter: H. = Figuren im Texte; F. = Fachbericht; B. = Besprechung von Büchern usw. Die gesperrt gedruckten Namen sind diejenigen der Autoren.)

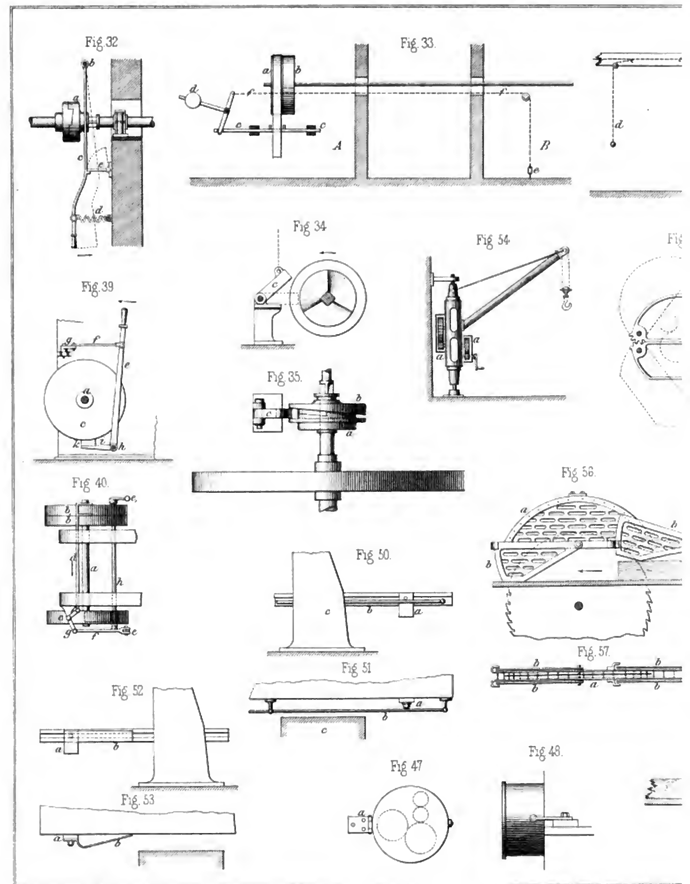
Tafelverzeichnis.

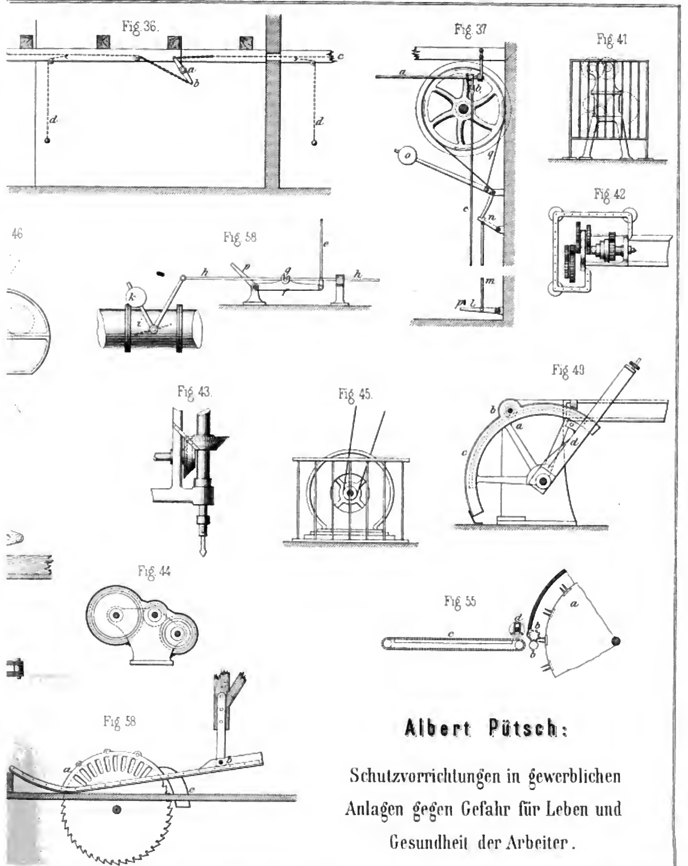




Albert Pütsch:

Schutzvorrichtungen in gewerblichen Anlagen gegen Gefahr für Leben und Gesundheit der Arbeiter.


Fig. 32
Fig. 33.
Fig. 34
Fig. 54
Fig. 39
Fig. 35.
Fig. 40.
Fig. 56.
Fig. 50.
Fig. 51
Fig. 57.
Fig. 52
Fig. 53
Fig. 47
Fig. 48.



Albert Pütsch:

Schutzvorrichtungen in gewerblichen Anlagen gegen Gefahr für Leben und Gesundheit der Arbeiter.

ZEITSCHRIFT
DES
VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1882. **Band XXVI. Heft 1.** **Januarheft.**

Abhandlungen.

Ueber Schutzvorrichtungen in gewerblichen Anlagen gegen Gefahr für Leben und Gesundheit der Arbeiter.

Von Civil-Ingenieur **Albert Pütsch** in Berlin.

(Hierzu Tafel I und II.)

Nachdem der Verein deutscher Ingenieure durch die Beschlüsse der Hauptversammlung zu Hamburg im Jahre 1879 die Erörterung der Haftpflicht und der damit zusammenhängenden Fragen in sein Programm aufgenommen hatte, mufste er in nothwendiger Consequenz auch auf diejenigen Einrichtungen eingehen, welche geeignet sind, die Arbeiter in gewerblichen Anlagen thunlichst gegen Gefahr für Leben und Gesundheit zu schützen. Dafs die Nothwendigkeit oder Nützlichkeit dieser oder jener Einrichtung nicht durch eine Discussion oder einen Majoritätsbeschlufs dargethan oder bewiesen werden kann, liegt in der Natur der Sache, und in richtiger Erwägung, dafs hierfür nur praktische Erfahrungen mafsgebend sein könnten, beschlofs der Verein in der im Jahre 1880 zu Cöln a. Rh. stattgehabten Hauptversammlung, eine Sammlung von Zeichnungen und Vorschriften für bewährte Schutzvorrichtungen zu bewirken und deren Veröffentlichung zu veranstalten, und erhielt der Verfasser durch Vereinsbeschlufs der Hauptversammlung zu Stuttgart im Jahre 1881 den ehrenvollen Auftrag, das eingegangene Material in möglichst übersichtlicher Form den Vereinsgenossen durch die Vereins-Zeitschrift zugänglich zu machen.

Wenn sich der Verfasser auch im Grofsen und Ganzen auf das ihm vorliegende Material beschränken mufste, um den Standpunkt zu wahren, dafs das Gegebene weniger einer persönlichen Initiative als einer agitatorischen Vereinsthätigkeit seinen Ursprung verdankt, so glaubte er doch als Vereinsmitglied ebenfalls berechtigt zu sein, auch die von ihm persönlich gemachten Erfahrungen mitzutheilen, bezw. seine Ansichten an geeigneten Stellen zum Ausdruck zu bringen.

Die Mafsnahmen, welche zum Schutze der Arbeiter getroffen werden können, lassen sich nach zwei Richtungen unterscheiden, erstens in das Bestreben, die Bedienung und Behandlung der verschiedenen zum Fabrikbetrieb gehörigen Maschinen und Apparate durch Anbringung von directen Schutzmafsregeln möglichst gefahrlos zu machen, und zweitens in die Aufstellung und Einführung von Instructionen, nach welchen das Arbeitspersonal sein Verhalten den Maschinen gegenüber einzurichten hat, also in Betriebsvorschriften, bezw. Fabrikordnungen.

Wenn nun auch der Zweck der vorliegenden Arbeit sich vornehmlich darauf bezieht, die constructive Gestaltung von Schutzvorrichtungen zu erörtern, so ist es doch unvermeidlich, auch hier und da auf Betriebsvorschriften einzugehen, denn selbst bei der gröfsten Sorgfalt für Sicherheit des Betriebes seitens der Unternehmer kann Unkenntnifs der Arbeiter zu Unglücksfällen führen, wobei jedoch der Standpunkt ein für alle Mal festgehalten werden mufs, dafs absolute Sicherheit für den Arbeiter bei Maschinenbetrieb nie zu erreichen ist. Ein gewisses Mafs von Gefahr ist hierbei unvermeidlich, mit diesem, allerdings auf ein Minimum herabzudrückenden Mafs mufs gerechnet werden, insbesondere darf und mufs vorausgesetzt werden, dafs ein jeder, welcher mit Maschinen überhaupt zu thun hat, sich dieses Umstandes, dieser Gefahr bewufst ist und sein Verhalten darnach einrichtet.

Ehe wir nun auf die verschiedenen Schutzvorrichtungen selbst eingehen, sei es gestattet, einige Bemerkungen vorauszuschicken bezüglich des Werthes des eingegangenen Materiales. Der Verfasser ist sich wohl bewufst, dafs dieser oder jener Leser manches Bekannte finden wird, ja es werden vielleicht einige sogar meinen, dafs die Anbringung gewisser Sicherheitsvorrichtungen, z. B. loser und fester Riemscheiben an Arbeitsmaschinen, sich von selbst verstehe, also ihre Erwähnung überflüssig sei. Gegenüber solchen Anführungen würde vorgreifend zu bemerken sein, dafs bis auf die neueste Zeit noch häufig durch Haftpflichtprocesse der Beweis geliefert wird, dafs dasjenige, was in einem Etablissement als selbstverständlich angesehen wird, in einem zweiten gleicher Art gar nicht bekannt ist, wenigstens nicht angewendet wird, und bezieht sich das sowohl auf feste und lose Riemscheiben, als auf eine ganze Reihe von anderen Einrichtungen.

Die Aufgabe, Maschinen und Apparate sicher und gefahrlos für die Bedienungsmannschaft zu machen, ist erst in allerneuester Zeit an die Constructeure herangetreten, sie tritt geradezu als eine neue Constructionsbedingung auf, deren möglichste Erfüllung sich bis jetzt noch nicht als selbstverständlich herausgestellt hat, und darum ist es angezeigt, jede, auch die anscheinend unbedeutendste Mittheilung zu benutzen und an geeigneter Stelle vorzuführen.

Wenn wir uns nun zu den Sicherheitsvorrichtungen selbst wenden, so werden wir unwillkürlich zunächst auf die Apparate zur Dampferzeugung, auf die Dampfkessel, geführt. Bei den Dampfkesseln liegt die Hauptgefahr in der Möglichkeit der Explosionen, und ist in erster Linie auf eine genaue Beobachtung der für die Bedienung dieser Apparate geltenden gesetzlichen Bestimmungen zu achten; dafs aber in Bezug hierauf an manchen Dampfkesseln sehr mangelhafte Zustände herrschen, davon sind die Berichte der Kesselrevisionsvereine redende Zeugnisse, und nehmen wir auch hier Gelegenheit, auf die segensreiche Thätigkeit dieser Institute dringend zu verweisen.

Viele Industrielle, namentlich auf dem Lande, vertrauen die Bedienung ihrer Dampfkessel noch immer Leuten an, die zu Heizern ungenügend qualificirt sind. An dieser Stelle über das Thörichte dieses Verfahrens ein Wort zu verlieren, erscheint überflüssig; jedoch dürfte zu erwähnen sein, dafs die Nothwendigkeit, durch Einführung von Heizerschulen für geschulte Heizer zu sorgen, tagtäglich mehr und mehr anerkannt wird.

Von den vorliegenden verschiedenen Vorschriften für Kesselheizer fanden wir die des Dampfkessel-Revisions-Vereines für den Regierungsbezirk Aachen am vollständigsten und fügen dieselben wörtlich bei.

Dienst-Ordnung für Kesselwärter.

I. Vor dem Anstochen und während desselben hat sich der Kesselwärter genau zu überzeugen:
   1. dafs der Kessel mindestens bis zum Wasserstandszeiger mit Wasser gefüllt ist;
   2. ob das Manometer auf den Nullpunkt zurückgegangen ist;
   3. ob das Sicherheitsventil offen ist;
   4. dafs das Sicherheitsventil geschlossen wird, wenn die Dampfbildung beginnt.

II. Während des Betriebes ist folgendes zu beachten:
   1. der Wasserstand darf nie unter den Wasserstandszeiger sinken;
   2. das Wasserstandsglas ist stets rein zu halten, und mufs der sich ansammelnde Schlamm so oft wie nöthig abgeblasen werden. Die Probirhähne sind stets gangbar zu halten, und wenigstens 3mal täglich zu öffnen. Der Schwimmer ist öfters zu probiren. Der Hahn zur Controllflansche ist gangbar zu halten;
   3. die Sicherheitsventile sind täglich mehrere Male vorsichtig zu lüften, und darauf zu achten, dafs dieselben sich bei dem höchsten zulässigen Druck in richtiger Weise öffnen;
   4. das Manometer ist oft zu beobachten und auf das Steigen und Fallen des Druckes Acht zu geben. Beim Oeffnen und Schliefsen der Dampfventile und Dampfkrahnen ist jedesmal der Dampfdruck zu beobachten; das Oeffnen darf nur langsam geschehen;
   5. die Speisepumpen und Dampfstrahlpumpen sind abwechselnd zu benutzen und stets in gangbarem Zustande zu erhalten.

      Das Speisen mufs stets geschehen, ehe der Wasserstand unter den Wasserstandszeiger tritt, dann auch in den Stillstandspausen und jedesmal, wenn der Dampfdruck plötzlich steigt, oder das Wasser aufschäumt. In letzterem Falle sind die Rauchschieber und Feuerthüren zu öffnen, das Dampfabsperr-Ventil zu schliefsen;
   6. der Rost mufs stets gleichmäfsig und nicht zu hoch bedeckt werden. Das Brennmaterial mufs stets schnell und nicht in zu grofsen Stücken aufgegeben werden. Ebenso schnell mufs das Reinigen des Rostes von Schlacken und die Entfernung der letzteren geschehen;
   7. fällt der Wasserstand plötzlich unter den Wasserstandszeiger, so mufs das Feuer sofort herausgezogen werden;
   8. zeigt sich während des Betriebes irgend eine Unregelmäfsigkeit, wie z. B. ein Leck, eine Undichtigkeit der Ventile, der Rohrleitungen, wird ein ungenügendes Speisen der Pumpen wahrgenommen, läfst sich das Sicherheitsventil nicht öffnen u. s. w., dann mufs sofort Anzeige gemacht und Abhülfe geschafft werden. Wenn eine Ausbauchung im Entstehen bemerkt wird, mufs das Feuer sofort herausgezogen werden.

III. Während des Schichtwechsels mufs der ablösende Wärter sich von der allgemeinen Betriebsfähigkeit des Kessels überzeugen, ehe der abtretende Kesselwärter das Kesselhaus verlassen hat. Der antretende Wärter hat sich sofort von dem Wasserstand, Zustand der Manometer, Gangbarkeit der Probirhähne, der Sicherheitsventile, der Speisepumpen und der Rauchschieber zu überzeugen.

IV. Das Ablassen des Wassers aus dem Kessel darf nur bei niederem Druck und erst geschehen, wenn das Kesselmauerwerk abgekühlt ist.

V. Bei der Reinigung der Kessel hat der Wärter besonders darauf zu achten, dafs zur Entfernung des Kesselsteins nicht zu scharfe Kapphämmer benutzt werden, damit die Nietköpfe und die Kesselbleche geschont werden. Die Speise- und Abblase-Rohre, die Rohre zu den Wasserstands-Apparaten, die Oeffnungen zu den Probirhähnen, den Sicherheitspfeifen u. s. w. müssen gründlich gereinigt, die Sicherheitsventile nöthigenfalls nachgeschliffen werden, ebenso sämmtliche Krahnen.

   Der Rufs und die Flugasche müssen so oft wie möglich entfernt, und die Kesselbleche von aufsen ebenfalls gereinigt werden. Das Abdecken der Roste über Nacht soll vermieden werden.

VI. Der Wärter hat auf Ordnung im Kesselhause zu halten, auf den Zustand des Kessel-Mauerwerks zu achten, und jedem Unberufenen den Eintritt in das Kesselhaus zu untersagen.

Wir nehmen Veranlassung, ganz besonders auf die Vorschrift unter V. zurückzukommen, welche das Abdecken der Roste über Nacht verbietet, und welche in der Beziehung von einschneidender Bedeutung ist, als sie der Anwendung der Gasfeuerung an Dampfkesseln sehr in den Weg tritt, sobald der Generator dem Kessel dicht angebaut werden soll. Diese Frage ist bereits auf der vorjährigen Hauptversammlung in Stuttgart discutirt worden, und gestattet sich Schreiber dieses, die bereits früher geäufserte persönliche Ansicht nochmals zu wiederholen, dafs die Frage der Gasfeuerung an Dampfkesseln dann erst entschieden sein wird, wenn es gelungen ist, ein für diese Zwecke passendes Brenngas herzustellen.

Da die meisten Explosionen an Dampfkesseln auf Wassermangel zurückzuführen sind, so sind die Bestrebungen zu registriren, welche darauf abzielen, den etwa eingetretenen Wasser-

mangel durch Signale anzuzeigen, sowie gefährliche Folgen desselben selbstthätig zu verhindern.

In den dem Verfasser vorliegenden Mittheilungen wird nun vielfach auf die Nützlichkeit der Speiserufer hingewiesen, jedoch ist nicht ersichtlich, dafs sich dieses oder jenes System als ganz besonders sicher und zuverlässig bewiesen habe.

Für automatische Speisung der Dampfkessel scheinen der bekannte Cohnfeld'sche Apparat und andere auf gleichem Princip basirte Constructionen eine immer steigende Verbreitung zu finden, und hatte Verfasser selbst Gelegenheit, bezüglich des erstgenannten Apparates mehrfach anerkennende Urtheile zu hören, bezw. sich persönlich von der praktischen Brauchbarkeit desselben zu überzeugen.

Um den Folgen des eingetretenen Wassermangels zu begegnen, sind Vorschläge gemacht worden, das Feuer in solchen Fällen selbstthätig und unabhängig vom Heizer zu löschen. Ein für diesen Zweck construirter »selbstthätiger Feuerlöscher« von C. Witscher ist in Fig. 1, Tafel I, dargestellt.

Der Apparat besteht aus einem runden Ventilgehäuse *a*, welches durch zwei Rohrverbindungen mit dem Rohrkrümmer *b* in Verbindung gesetzt ist. Dieser Rohrkrümmer enthält zwei von einander getrennte Röhren, welche sich in den eingesetzten schmiedeisernen Röhren r_1 und *r* fortsetzen, und zwar derartig, dafs das Rohr *r* bis zum festgesetzten niedrigsten Wasserstand hinabreicht, während das Rohr r_1 so tief in das Wasser eintaucht als erforderlich ist, um das zum Auslöschen des Feuers erforderliche Wasser zu erhalten, ohne jedoch die vom Feuer berührten Kesselwandungen blofs zu legen. Im Innern des Gehäuses *a* befindet sich eine aus leicht schmelzbarem Metall hergestellte Scheibe *s*, welche bei der Temperatur des im Kessel erzeugten Dampfes schmilzt; diese Scheibe wird durch den Deckel des Gehäuses fest gegen einen Eisenring angeprefst, welcher ein etwaiges Durchbiegen derselben verhindert, so dafs nunmehr der obere Theil *o* des Apparates von dem mittleren Raume abgesperrt ist. Ferner ist im Gehäuse ein Ventil *v* angebracht, welches durch seine obere Schraube mit der schmelzbaren Platte *s* verbunden ist, wodurch es, so lange der Kessel nicht im Betriebe ist, gegen das Herunterfallen gesichert ist. Mit diesem Ventil ist ein zweites v_1 fest verbunden, welches den Raum *u* gegen den Raum *a* von unten abschliefst, und einen kleineren Querschnitt als *v* besitzt. Am Gehäuse *a* ist ferner der Rohrstutzen *c* angegossen, von welchem ein Rohr *d* mit einem (nicht gezeichneten) brauseartigen Ausflufs bis über das Feuer geleitet ist. Diese Brause befindet sich unmittelbar an der inneren Seite des Rahmens der Feuerthür, kann von der Flamme nicht getroffen werden und ist somit gegen Verbrennen geschützt.

Wenn der Kessel im Betriebe und der Wasserstand ein normaler ist, so ist der Raum *o* oberhalb der Scheibe *s* durch das Rohr *r* mit Wasser ausgefüllt, wodurch die Scheibe gegen die höhere Temperatur des Dampfes, also auch gegen das Schmelzen geschützt ist; ebenso tritt durch das Rohr r_1 das Kesselwasser in den Raum *u* und drückt hierbei das Ventil auf seinen Sitz nach oben, den Wasserausflufs verhindernd. Sinkt der Wasserstand im Kessel bis unter die Mündung des Rohres *r*, so fliefst das in *o* enthaltene Wasser in den Kessel zurück und gestattet dem Dampfe den Zutritt, welcher durch seine höhere Temperatur die Scheibe *s* zum Schmelzen bringt, und die Verbindung zwischen *o* und den übrigen Theilen des Ventilgehäuses *a* herstellt. Der Dampf drückt nun von oben auf das Ventil *v*, welches einen gröfseren Querschnitt bietet als das mit ihm verbundene v_1 und zwingt letzteres zum Niedergehen. Hierdurch wird der Durchgang für das durch den im Innern des Kessels herrschenden Druck gehobene Wasser frei, welches sich nunmehr durch den Rohrstutzen *c* und das daran angefügte Rohr *d* in die erwähnte Brause ergiefst und aus dieser austretend das Feuer auslöscht.

Die angebrachten Hähne *e* und e_1 haben den Zweck, den Apparat eventuell absperren zu können. Sie befinden sich während des gewöhnlichen Betriebes stets offen und zwar unter Verschlufs der beaufsichtigenden Beamten, um ein unberufenes Manipuliren seitens des Kesselheizers zu verhindern.

Dieser Apparat soll, wie mitgetheilt wird, zuverlässig arbeiten; besonders wird aber hervorgehoben, dafs, als man, um ihn zu probiren, absichtlich Wassermangel herbeigeführt hatte, das Feuer in $1\frac{1}{2}$ bis 2 Minuten vollständig ausgelöscht wurde.

Ist das Feuer ausgelöscht, so werden die beiden Hähne *e* und e_1 geschlossen, der obere Deckel des Gehäuses wird abgenommen und eine neue Scheibe aus leichtschmelzlichem Metall eingesetzt, was in kürzester Zeit, ohne den Betrieb zu stören, bewerkstelligt werden kann.

Die Vereinigungsgesellschaft für Steinkohlenbau im Wurm-Revier hat zur Sicherung gegen die Folgen eines zu tiefen Sinkens des Wasserstandes an ihren Cornwall-Kesseln über der Stichflamme in der Feuerplatte Rothgufsschrauben mit einem Weifsmetallkern *a* angebracht, wie in Fig. 2, Tafel I dargestellt ist. Sinkt das Wasser zu tief, so schmilzt das Weifsmetall aus, und durch die entstandene Oeffnung strömen Dampf und Wasser auf das Feuer und dasselbe wird sofort gelöscht.

Dieser »Sicherheitspfropfen« ist so leicht anzubringen und ist so wenig kostspielig, dafs seine weitere Einführung wohl empfohlen werden dürfte. In einer Sitzung des Berliner Bezirksvereines deutscher Ingenieure wurde von Hrn. Ingenieur Grimm angeführt, dafs er solche Einrichtungen an den Feuerbuchsen von Locomobilen mehrfach angetroffen habe.

Die Art und Weise, wie und wo das Speisewasser dem Dampfkessel zugeführt werden mufs, ist Gegenstand einer beachtenswerthen Mittheilung seitens des Hrn. Erdmann, Director der Duisburger Maschinenbau-Actiengesellschaft zu Duisburg, geworden.

Genannter Herr betont die Nothwendigkeit, die Anordnung der Speisung der Dampfkessel nach der für die Manchester Steamboiler-Assurance gültigen Vorschriften derartig einzurichten, dafs der tiefste Punkt des in den Kessel mündenden Speiserohres nicht tiefer liegt, als der höchste von der Flamme noch berührte Heizflächentheil, und zwar besonders bei Kesseln mit innerer Feuerung (Cornwall-, Galloway- u. s. w. Kesseln). Auf diese Weise wird verhindert, dafs sich der Kessel über Nacht gefährlich weit entleert, wenn Rückschlag- und Pumpenventile nicht dicht sind, was häufiger vorkommt, als man glaubt.

Bezüglich der Einrichtung der Kesselhäuser verlangt Hr. Richard Bredo, Ober-Ingenieur der Gesellschaft zur Ueberwachung von Dampfkesseln in M.-Gladbach, auf das Bestimmteste, dafs die Thüren nach Aufsen schlagen, um ein ungehindertes Entweichen der Arbeiter bei Unglücksfällen zu ermöglichen. Hr. Bredo theilt mit, dafs seiner Zeit sieben Menschen in einer Zuckerfabrik dadurch elendiglich ums Leben kamen, dafs bei dem Aufreifsen eines Flammrohres ein Theil des vor den Kessel vorgelegten Treppenrostes vor die einzige, sich nach Innen öffnende Thür geschleudert wurde und den Ausgang versperrte.

Der Verfasser kann sich der Mahnung des Hrn. Bredo nur auf das Dringendste anschliefsen und gestattet sich noch hinzuzufügen, dafs nicht nur an Kesselhäusern, sondern an allen Fabriksgebäuden die Thüren möglichst derartig eingerichtet sein sollten, dafs sie sich nach Aussen öffnen. Die Nothwendigkeit, in dieser Richtung hin auf das Energischste vorzugehen, ist durch die grauenhafte Katastrophe im Ringtheater in Wien ein für alle Mal endgültig bewiesen worden, denn es steht fest, dafs Hunderte von Menschenleben hätten gerettet werden können, wenn die Thüren sich dort nach Aufsen geöffnet hätten.

Nach den Mittheilungen des Schleswig-Holsteinischen Bezirksvereines sind auf gröfseren Seeschiffen neben den gewöhnlichen eisernen Leitern noch fernere in den eisernen, zu dem Kesselraum niederführenden Ventilationsröhren angebracht, um den Heizern bei plötzlich eintretenden Undichtigkeiten Gelegenheit zum Entrinnen zu geben.

Auf Sicherheitsleitern im Allgemeinen werden wir später besonders zurückkommen.

Die zahlreichen Unglücksfälle durch Verbrühen der bei der inneren Kesselreinigung beschäftigten Arbeiter veranlassen Hrn. Bredo zu der bestimmten Forderung, für eine sichere Absperrung eines zu reinigenden Kessels von anderen, nebenan im Betriebe befindlichen zu sorgen, und zwar entweder durch Einziehen von Blindflanschen an geeigneten Stellen der gemeinschaftlichen Dampf-, Speise- und Ablafsrohre, oder gänzliches Losschrauben von entsprechenden Zwischenstücken.

Für Wasserstandsanzeiger empfiehlt Hr. Erdmann die patentirte Construction von Charisius mit Selbstschluss bei Bruch des Glases, und hebt für Probirhähne besonders die der Gebr. Leser in Hamburg hervor, welche mit Sicherheit erkennen lasse, ob Dampf oder Wasser entströmt, was bei den gewöhnlichen Einrichtungen nur einem sehr geübten Manne erkennbar ist.

Den Dampfkesseln schliefsen sich die Dampfmaschinen an. Allseitig hat sich die Ansicht geltend gemacht, dafs es nothwendig ist, die exponirten, gangbaren Theile durch Schutzbleche, Kapseln und Barrieren zu schützen. Allgemein wurde als nothwendig anerkannt, das Putzen und Schmieren der Maschine, wenn irgend möglich, nur während des Stillstandes derselben vorzunehmen. Wo die Verhältnisse dies nicht gestatten, sind aber ganz besondere Vorsichtsmafsregeln bezüglich der Einrichtung der Maschine und die gröfste Achtsamkeit von Seiten der Arbeiter zu beobachten.

Von den verschiedensten Seiten wird mitgetheilt, dafs Verordnungen bestehen, welche den Zutritt zu den Dampfmaschinen und sonstigen Motoren anderen, als den besonders mit der Wartung betrauten Personen auf das Strengste verbieten, und bezieht sich diese Vorschrift auch auf die Dampfkessel.

Wenn bei stehenden Dampfmaschinen mit oben liegendem Schwungrad, Wandmaschinen u. s. w., die Schwungradlager während des Ganges geschmiert werden sollen, so wird meistens eine Leiter gegen den Rahmen der Maschine gelegt. Es empfiehlt sich in solchen Fällen, nach Beispiel der Bergisch-Märkischen Eisenbahn, wie in Fig. 3, Tafel I, in geeigneter Höhe eine eiserne Stange *a* anzubringen, an welche nunmehr eine Hakenleiter angelehnt wird, deren Haken über die eiserne Stange übergreifen.

Die Anbringung solcher als Schutzrahmen dienenden Stangen läfst sich sehr leicht verallgemeinern, und wird der Verfasser späterhin mehrfach Gelegenheit haben, auf dieselben, sowie auf die Hakenleitern zurückzugreifen. Werden nun noch die Zwischenräume zwischen den obersten 3 oder 4 Leitersprossen durch ein Blech oder sonstwie abgeschlossen, so wird gleichzeitig verhindert, dafs die Kleidung des Arbeiters von sich bewegenden Theilen, welche in der Nähe des zu schmierenden liegen, erfafst wird.

Zur Vermeidung von Unglücksfällen beim Schmieren von schwingenden oder hin und her gehenden Lagern an Dampfmaschinen giebt Hr. A. Wagenknecht, Director der vorm. herzoglichen Maschinenfabrik, Actiengesellschaft, in Bernburg in Fig. 4, 5 und 6, Tafel I, einige recht beachtenswerthe Constructionen.

Fig. 4 und 5 stellen eine Schmiervorrichtung des Kurbelzapfenlagers dar. Der Lagerdeckel des Hauptlagers *a* trägt einen vertical stehenden Rundeisenstab *b*, auf welchem ein horizontaler Arm *c* verstellbar angebracht ist, an dessen Ende sich die Schmierbüchse *d* befindet, deren Docht aus dem Boden hervortritt. Die Stellung der Schmierbüchse wird nun derartig justirt, dafs die Schmiervase *e* des Kurbelzapfens mit ihrem Quersteg dicht unter dem Docht vorbeigeht und einen Tropfen Oel mitnimmt, sobald sich ein solcher an dem Dochtende angesammelt hat. Aus der Schmiervase gelangt alsdann das Oel auf gewöhnliche Weise an den Zapfen selbst. Die Füllung des Schmiergefäfses *d*, und somit die Schmierung des Zapfens, geschieht also vollständig gefahrlos während des Betriebes.

In ähnlicher Weise erfolgt die Schmierung des Kreuzkopflagers. Der Bajonetbalken *a* (Fig. 6, Tafel I) trägt aufser der Schmierbüchse für die Geradführungsflächen noch, nach dem Dampfcylinder hin gelegen, eine zweite Schmierbüchse *c* mit Docht. Der von diesem Docht zeitweise abfallende Tropfen fällt in die unterhalb angebrachte metallene Rinne *d*, um an dem Ende derselben durch ein kleines Loch zu treten und sich an dieser Stelle unterhalb des Vorsprunges aufzuhängen. Hat sich nach und nach ein Tropfen von entsprechender Gröfse gebildet, so wird derselbe von dem Quersteg der Pleuelstangenvase abgestrichen und aus dieser dem Zapfen zugeführt.

Diese Construction läfst sich nun auch entsprechend für verticale Dampfmaschinen modificiren.

Eine auf demselben Princip basirte Einrichtung hat Hr. Ingenieur W. Vogt mitgetheilt, und ist dieselbe in Fig. 7, 8 und 9, Tafel I, dargestellt.

Die auf dem schwingenden Lager angebrachte Schmierbüchse *s* trägt an 3 oder 4 Armen eine aus Messingblech gefertigte, kugelförmige Haube *a*, welche mit ihrem höchsten Punkt über den Rand der Schmierbüchse ragt und an passender Stelle — bei Kurbelzapfen beispielsweise in der verticalen Stellung der Kurbel nach oben — gegen einen flach geflochtenen Schmierdocht anschlägt, demselben dabei einen Theil des von ihm angesogenen Schmieröls abnimmt und auf diese Weise der auf dem Lager befindlichen Schmierbüchse in gewissen Intervallen, die abhängig sind von der Umdrehungszahl der Maschine, ein geringes Quantum Schmiermaterial zuführt.

Der flach geflochtene Docht ist umgeben mit einer aus Kupferblech verfertigten, ∩-förmig gebogenen, im Querschnitt rechteckigen Hülse *b*, die in den eigentlichen Schmierölbehälter *t* eingehängt wird, welcher an einem irgendwo befestigten Arm angebracht ist, jedoch so, dafs das eine, aus dem längeren Schenkel der kupfernen Hülse etwas heraushängende Ende des Dochtes von der kugelförmigen Haube während des Ganges der Maschine getroffen wird. Der Schmierölbehälter ist zu diesem Zwecke im Innern mit einer unten offenen zweiten Abtheilung *c* versehen, durch welche

der längere Schenkel der ∩-förmig gebogenen Dochthülse hindurchgeht, während der kürzere mit dem übrigen Theil des Dochtes aufserhalb dieser Abtheilung im Oelbehälter hängt.

Dieser kürzere Schenkel ist noch mit einer kleinen Vorrichtung zur Regulirung des Oelzuflusses zum Lager versehen, die Fig. 9 in gröfserem Mafsstabe zeigt und die darin besteht, dafs man mittelst eines kleinen Rädchens den Docht innerhalb der Hülse mehr oder weniger zusammenpressen kann, auf diese Weise also ein mehr oder minder starkes Ansaugen des Schmieröles erreicht.

Steht die Maschine still, so wird die kupferne Hülse aus der Hülse des Oelbehälters herausgenommen, um ein unnützes Auslaufen des Oeles zu verhüten.

Wie Hr. Vogt besonders hervorhebt, ist diese Einrichtung zum Schmieren von schwingenden Lagern an allen Maschinen unserer Kriegsschiffe in Gebrauch, und dürfte sich ihre Einführung auch bei stationären Maschinen um so mehr empfehlen, als man allgemein bestrebt ist, die Kolbengeschwindigkeit derselben zu vermehren.

Die Betriebsräder an Regulatoren der Dampfmaschinen kapselt Hr. Wagenknecht dadurch ein, dafs er sie in eine hohlkugelartige Erweiterung des Regulatorbockes verlegt. In ähnlicher Weise wird das Gestell für verticale Dampfmaschinen mit oben liegendem Cylinder ausgebildet, und durch den so geschaffenen hohlen Raum für die darin befindliche Kurbel und Pleuelstange eine genügende Umwehrung hergestellt.

Bei dem Ingangsetzen von Dampfmaschinen sind häufig Unglücksfälle dadurch entstanden, dafs die Arbeiter mit den Händen an die Speichen oder an den Rand des Schwungrades fassen und bei geöffnetem Dampfeingangsventil das erste Andrehen zu bewirken suchen. Wird alsdann ein Arbeiter gefafst, gleitet er aus u. s. w., so sind schwere Verletzungen fast unvermeidlich.

Um das Andrehen eines glatten Schwungrades mit den Händen bei einer Dampfpumpe zu vermeiden, hat Hr. Franke, Director der Zuckerfabrik in Stuttgart, seitlich an dasselbe einen leichten Zahnkranz anschrauben lassen, der nur durch einen Hebel angetrieben wird.

In Fig. 10 und 11, Tafel I, ist eine vom Aachener Bezirksverein mitgetheilte Drehvorrichtung für Schwungräder, combinirt mit einer Bremsvorrichtung, dargestellt. Eine Welle *a* trägt einen doppelarmigen Hebel *b*, an dessen einem Arm die Klinke *c* angeordnet ist, welche in eine am Schwungring in einer Nuth angebrachte Verzahnung eingreift. Durch Heben und Senken der Klinke, welches durch Drehung des Hebels *d* bewirkt wird, versetzt man das Schwungrad in Drehung. Bei dem gewöhnlichen Betriebe wird die Klinke *c* aufser Eingriff mit der Verzahnung des Schwungringes gebracht. Soll nun die Maschine plötzlich angehalten werden, so wird der Hebel *d* soweit in der Richtung des Pfeiles vorgedrückt, dafs der auf dem zweiten Arm des Doppelhebels *b* angebrachte Bremsklotz *e* gegen die Peripherie des Schwungringes drückt.

Fig. 12, Tafel I, zeigt eine von Hrn. Professor Fischer in Hannover angegebene Vorrichtung, um ein Schwungrad in Drehung zu versetzen. Die Drehung geschieht mittelst der beiden Frictionsscheiben *aa*, welche gegen den Kranz pressen. Die Frictionsrollen sitzen auf den Wellen *bb*, welche gleichzeitig die Schneckenräder *cc* tragen. Diese letzteren werden wiederum von zwei in der Zeichnung nicht sichtbaren, unten auf der Kurbelwelle *d* aufgesetzten Schnecken umgetrieben. Selbstredend haben die Schneckenräder *cc*, sowie die dazu gehörigen Schnecken, entgegengesetztes Gewinde.

Die Wellen *bb* sind nur bei *ee* drehbar gelagert, und zwar derartig, dafs sie um diese Punkte horizontal schwingen, während sie bei den Rädern *cc* frei sind, so dafs diese letzteren sich auf den Schnecken ungehindert hin und her bewegen können. Soll nun das Schwungrad in Bewegung gesetzt werden, so werden bei entsprechender Drehung der Kurbel die Schneckenräder so weit vorrücken, dafs die Frictionswellen den Schwungradkranz fassen und das Schwungrad drehen werden. Bei entgegengesetzter Drehung der Kurbel kommen die Frictionsrollen aufser Eingriff und das Schwungrad steht still.

Die Vorrichtung ist nicht complicirt und kann bei jedem Schwungrad angebracht werden.

Das in der neuesten Zeit häufiger auftretende Springen der Schwungringe an den Schwungrädern läfst sich vielfach auf zu hoch gegriffene Tourenzahlen zurückführen. Bei schnell laufenden Schwungrädern empfiehlt Hr. Hädicke in Hagen einen um dasselbe gelegten schmiedeeisernen Ring (Bügel) und giebt ferner folgende Tabelle für das Maximum der Umdrehungszahlen.

Durchmesser des Schwungrades in Metern					
3	4	5	6	7	8
Umdrehungen pro Minute (Maximum)					
320	240	190	160	140	120.

Bei Dampfmaschinen ist es nicht nur aus Gründen der Sicherheit für die Maschinisten häufig wünschenswerth, den Dampf möglichst schnell abzuschliefsen und dadurch den Motor zum Stillstand zu bringen, und liegen in dieser Beziehung einige Ventilconstructionen vor, welche diesen Zweck anstreben.

Die Firma Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover fabricirt ein auf Tafel I, Fig. 13, dargestelltes Absperrventil nach Bayer, welches in gefahrvollen Momenten die Dampfmaschine sofort abzustellen gestattet. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, trägt die Spindel statt des gewöhnlichen Gewindes eine Nufs *a* und *b*, welche je einen Schraubengang bilden gleich der Hubhöhe des Ventilkegels. Die Schraubenflächen gleiten auf den ihnen entsprechenden Flächen der Brücke *c*. Es ist ersichtlich, dafs mit einer Umdrehung des Handrades *d* das Ventil geöffnet oder geschlossen werden kann. Das Ventil selbst soll als Sicherheitsapparat neben einem gewöhnlichen Absperrventil angewendet werden.

Fig. 14, Tafel I, zeigt einen anderen Weg, um das schnelle Schliefsen und Oeffnen des Absperrventiles zu bewirken. Bei dieser vom Aachener Bezirksverein mitgetheilten Construction wird die auf- und niedergehende Bewegung des Ventilkegels durch ein auf der Welle *a* befestigtes Excenter *b* bewirkt, welches in den Bügel *c* eingreift, der mit dem Kegel fest verbunden ist. Oben ist noch ein Querstück *d* zur Geradführung angebracht.

Um eine schnelle Dampfabsperrung bei Maschinen mit Ventilsteuerung zu bewirken, verwendet Hr. A. Knövenagel in Hannover folgende auf Tafel I, Fig. 15, dargestellte Anordnung. Das Oeffnen des Admissionsventiles erfolgt dadurch, dafs ein an der Excenterstange *a* befindlicher Knaggen *b* den Ventilhebel *c* niederdrückt. Durch Aufheben dieses Knaggens, was mittelst einer Schnur *d* von jedem beliebigen Arbeitsraum der Fabrik aus geschehen kann, wird der Dampfzutritt sofort vollständig verhindert, da die Admissionsventile niederfallen und den Eintritt des Dampfes abschliefsen. Diese Construction löst also die Aufgabe, eine Dampfmaschine von jedem Punkt der Fabrik anzuhalten, da die Schnur *d*, durch Verbindung mit weiteren Schnüren, nach Art der Klingelzüge sogar von verschiedenen Stockwerken

aus, gezogen werden kann. Wir werden Gelegenheit haben, später nochmals auf diesen Punkt zurückzukommen.

Unter denjenigen maschinellen Einrichtungen, welche einen sehr grofsen, wenn nicht den gröfsten Procentsatz aller Unglücksfälle veranlassen, sind besonders die Transmissionen zu nennen mit allen dazu gehörigen Theilen, als Riemen, Riemscheiben, Kuppelungen u. s. w.

Als Grundsatz, welcher principiell festgehalten werden sollte, ist für den Betrieb und die Behandlung einer Transmission die Regel aufzustellen, niemals irgend welche Manipulation an derselben vorzunehmen, so lange sie noch in Bewegung ist; ist dies aus besonderen Gründen nicht möglich, so sind wenigstens besondere Vorkehrungen zu treffen, welche solche Manipulationen möglichst gefahrlos machen. Hierbei kommen zunächst diejenigen Vorrichtungen in Betracht, welche angewendet werden, um die Annäherung an hochgelegene Wellen zu ermöglichen, und wird in dieser Beziehung von vielen Seiten auf die bereits früher erwähnten Hakenleitern hingewiesen, welche über die Wellen gehängt, einen sicheren Standpunkt gewähren. Für Mühlen, in welchen der Fufsboden infolge des Mehlstaubes vielfach schlüpfrig ist, empfiehlt es sich, sämmtliche zur Verwendung kommende Leitern unten mit eisernen Spitzen zu versehen, um ein Ausgleiten zu verhüten, und würde es auch für andere Etablissements von Nutzen sein, die Leitern in ähnlicher Weise einzurichten.

Hr. Director Franke hat neben einer an der Decke laufenden Transmissionswelle, welche eine Anzahl von Arbeitsmaschinen trieb, eine leichte Gallerie aufgehängt, um von hier aus gefahrlos und bequem die Lager schmieren und in Ordnung halten zu können. Auf der Grube Diepenlinchen bei Stolberg finden sich ähnliche Einrichtungen, auch in der Poudrettefabrik der Berlin Phosphate Sewage und Manure Company zu Cöpenick sind sie vom Schreiber dieses bereits vor Jahren eingeführt worden.

Um das Auf- und Ablegen der Riemen, welches noch vielfach mit den Händen geschieht und dadurch zu Unglücksfällen Veranlassung giebt, gefahrlos zu machen, sind verschiedene Constructionen und Werkzeuge von sogenannten Riemenauflegern angegeben worden.

Fig. 17 und 18, Taf. I, stellt eine von Hrn. M. Berzen angegebene Construction dar, welche gestattet, den Riemen während des Ganges wieder aufzulegen.

Neben der Riemscheibe *a*, in Fig. 17 punktirt, in Fig. 18 dagegen voll gezeichnet, befindet sich der Riemenaufleger *b*. Derselbe ist aus zwei Curven gebildet, und zwar von *c* bis *d* excentrisch zum Mittelpunkt der Welle, dagegen von *d* bis *e* concentrisch zu derselben. Der letztere concentrische Theil ist, wie sich aus Fig. 18 (Grundrifs) ergiebt, verjüngt gestaltet und läuft sich an der Peripherie der Riemscheibe *a* todt.

Von der Riemscheibe *a* wird die Riemscheibe *f* getrieben und zwar läuft der Riemen in der Richtung des Pfeiles. Soll der Riemen aufgebracht werden, so wird er zuerst mit der Hand auf die stillstehende Scheibe *f* aufgelegt, und zwar während das treibende Ende in der Gabel des Ausrückers sich befindet und frei über der sich drehenden Welle hängt, auf welcher die Riemscheibe *a* sitzt. Wird der Riemen mit Hülfe des Ausrückers gegen den Aufleger gedrückt, so wird er zunächst von der excentrischen Curve bei *c* gefafst, gelangt bei *d* auf die concentrische Curve *de* und wird bei fernerem Andrücken des Ausrückers auf die Riemscheibe *a* geschoben, so dafs nunmehr auch die Scheibe *f* in Rotation versetzt wird.

Der Constructeur dieser Einrichtung fügt noch hinzu, dafs durch dieselbe auch die losen Riemscheiben sich entbehrlich machen. So weit ersichtlich, müfste alsdann die Riemscheibe *f* angemessen verbreitert und dem Ausrücker ein derartiger Hub gegeben werden, dafs der Riemen während des Stillstandes von *f* im schlaffen Zustande auf der treibenden Welle aufliegt.

Um leichte Riemen von den Scheiben auf- und abzuwerfen, bedient man sich meistens der Stangen, welche vielfach dadurch verbessert sind, dass oben ungefähr 8cm vom Ende ein leichter, eiserner Arm senkrecht zur Stange angebracht wird, mit welchem der Riemen aufgelegt wird.

Ein besonderes, für den vorliegenden Zweck construirtes Werkzeug ist der Riemenaufleger von Dülken, dargestellt in Fig. 19, Tafel I. Die oben mit einem Auge versehene Stange *a* trägt eine glockenförmige Scheibe *b*, in welcher der Zapfen *c* drehbar angebracht ist. Soll der Riemen aufgelegt werden, so wird er mit dem Zapfen *c* gehoben und auf die Riemscheibe gebracht; die Scheibe *b* verhindert ein Abfallen des auf dem Zapfen aufliegenden Riemens. Dadurch, dafs der Zapfen drehbar eingerichtet ist, wird der Riemen beim Auflegen sofort von der Riemscheibe erfafst. Die Urteile über diesen Riemenaufleger lauten so günstig, dafs wir auf denselben ganz besonders aufmerksam machen zu müssen glauben.

Eine Veranlassung zu Unglücksfällen ist häufig darin zu finden, dafs abgeworfene Riemen direct auf der in Bewegung befindlichen Welle aufliegen, was namentlich dann geschieht, wenn Riemen, die nach längerem Gebrauch schlaff geworden sind, behufs Verkürzung auseinandergeschnitten werden sollen. Erst neuerdings ist in einer Berliner Hutfabrik ein Arbeiter bei einer solchen Gelegenheit ums Leben gekommen. Der auseinandergeschnittene Riemen lag auf der oben an der Decke in Bewegung verbliebenen Welle auf, und um den Riemen festzuhalten, hatte der Verunglückte seinen Fufs auf das eine herabhängende Riemenende aufgesetzt, als er plötzlich in die Höhe gehoben und zwischen Welle und Decke zermalmt wurde. Das Unglück wäre sicher vermieden worden, wenn der Riemen während der Reparatur von der Welle entfernt gehalten wäre, was sich leicht, z. B. durch eine untergesetzte Leiter, hätte bewerkstelligen lassen, auf deren oberster Sprosse der Riemen aufliegen konnte.

Was nun die Sicherung der Riemen selbst betrifft, so sollten alle Riemen, welche innerhalb des Bereiches der Arbeiter liegen, verdeckt sein. Es gilt dies besonders von denjenigen Riemenbetrieben, welche die Bewegung nach übereinander liegenden Stockwerken durch die Decken hindurch vermitteln. Für dergleichen Anlagen hält es Hr. Wetzig, Ingenieur der Schöller'schen Kammgarnspinnerei in Breslau, für durchaus erforderlich, dafs, wie in Fig. 20, Tafel I, dargestellt, im oberen Saale das Schutzbrett *a* auf der Seite des ablaufenden Riemens bis an die Decke reicht, und der Riemen sonst mit einer Barrière von ca. 1,3m Höhe umgeben ist. Im unteren Saale mufs eine Schutzstange *b* angebracht sein, welche, falls der Riemen reifst, die Wucht des fallenden Endes auffängt.

Bei an der Decke laufenden Riemen mit gröfserer Geschwindigkeit kommt es beim Reifsen derselben häufig vor, dafs das ablaufende Riemenende von der treibenden Scheibe mit Vehemenz umhergeschleudert wird, wodurch z. B. in einer Kammgarnspinnerei ein Mädchen ein Auge verlor. Um dergleichen Unfälle zu verhüten, wurde, wie Fig. 21 und 22, Tafel I, zeigt, die Schutzstange *d* angebracht, welche mit den Querbolzen *a* und *b* versehen ist. *a* dient dazu, um das

Riemenschleudern unschädlich zu machen und auf *b* wird die obere Riemenhälfte gelegt, falls der Riemen von der Scheibe abgeworfen ist, damit derselbe sich nicht um die treibende Welle wickeln kann.

Hr. Director Wilmsmann in Hagen setzt vor die großen schnellgehenden Schwungrad-Riemscheiben der Schnellwalzwerke eine senkrechte Leiter mit eisernen Sprossen zum Auffangen des brechenden Riemens und fügt zum Beweise der Nothwendigkeit einer derartigen Anordnung hinzu, dafs die 25mm starken Sprossen einer solchen Leiter bei dem Reifsen eines Riemens theils zerbrochen, theils stark verbogen wurden.

Wo schwere Riemen frei horizontal in der Höhe laufen, ist unter denselben, wie Fig. 23, Taf. I, zeigt, ein horizontales Schutzbrett *a* anzuordnen. Das Schutzbrett hat nebenbei den Werth, dafs das Aufschlagen des Riemens auf dasselbe anzeigt, dafs der Riemen schlaff geworden ist und deshalb gespannt werden mufs. Es empfiehlt sich somit, den Riemen stets in der Richtung des Pfeiles laufen zu lassen.

Besondere Aufmerksamkeit ist der Aufgabe zugewendet worden, an Stellringen, Kuppelungen, Riemscheiben u. s. w. alle hervorragenden Theile zu vermeiden. Die Möglichkeit, selbst vorhandene Kuppelungen derartig einzurichten, dafs wenigstens alle unnöthigen Ecken verschwinden, wird durch eine von Hrn. Wetzig eingesandte Skizze, Fig. 24, Tafel I, bewiesen, welche ohne weiteren Commentar verständlich sein dürfte. Hr. Wetzig theilt ferner die in Fig. 25 und 26, Tafel I, dargestellte Construction eines Stellringes mit, welcher hervorragende gefährliche Theile nicht zeigt. In den Stellring *a* ist ein Stift eingeschraubt, welcher in der Mitte ein viereckiges Loch besitzt. Dieser Stift ersetzt die sonst übliche Druckschraube. Soll nun der Stellring befestigt werden, so wird der Stift mit Hülfe des skizzirten Schlüssels, dessen Kopf in das viereckige Loch pafst, fest angezogen, und da seine Höhe gleich der Dicke des Stellringes ist, sind vorstehende Theile nicht mehr vorhanden. Die Herstellung dieser Art Stellringe ist nicht theurer, als die der gewöhnlichen mit Druckschraube versehenen, und dürften sich dieselben zur allgemeinen Anwendung in jeder Weise empfehlen.

Hr. Ingenieur Rochow theilt eine Befestigung von Riemscheiben auf Wellen mit, bei welcher die Nasenkeile gänzlich vermieden sind; Fig. 27 und 28, Tafel I, geben eine Darstellung der Construction. Die Nabe der Riemscheibe wird konisch ausgebohrt und darin eine Keilbuchse *a* aus Gufseisen eingepafst. Sodann wird dieselbe auf der Hobelmaschine an drei Seiten aufgetrennt und kann nun zur Befestigung der Scheibe eingetrieben werden. Die Keilbuchse, deren Ecken ein wenig abgerundet werden, bietet keinerlei Angriffspunkte zum Aufhängen des Riemens, und da Hr. Rochow erwähnt, dafs er mit dieser Befestigung bis an 50 Pferdekräfte übertragen habe, so dürfte diese Art der Befestigung weiterer Beachtung zu empfehlen sein. Dafs die Construction nicht nur für Riemscheiben, sondern für Räder, Kuppelungen u. s. w. verwerthbar ist, braucht nicht besonders betont zu werden.

Eine Befestigung von Kuppelungen u. s. w. auf Wellen ohne irgend welche hervorragende Theile aufzuweisen, ist in der sogenannten Kernaul'schen Kuppelung Fig. 29 und 30, Tafel I, gegeben.

Ueber die beiden zu kuppelnden Wellen wird eine Muffe *a* übergeschoben, wie sie gewöhnlich mit Nuth und Feder befestigt wird. Innerhalb dieser Muffe sind die beiden bogenförmigen Keile *b* und *c* angebracht, und zwar so, dafs bei einer Drehung der Welle in der Richtung des Pfeiles eine excentrische Verschiebung der Keile entsteht, welche letztere sich nun um so fester anziehen, je gröfser der bei der Umdrehung zu überwindende Widerstand ist. Um ein Anziehen der Keile zu ermöglichen, mufs der Ausschnitt, in welchem sie sich befinden, etwas länger als sie selbst und etwas spitzer auslaufend sein. Die Ausschnitte für die Keile sind so gearbeitet, dafs die tiefste Stelle des einen Keiles mit der flachsten des anderen in einer Linie liegt. Angedrückt werden die Keile durch die Druckschrauben *dd*.

Es ist nun leicht ersichtlich, dafs auch Räder und Riemscheiben in ähnlicher Weise auf Wellen befestigt werden können. Ein Nebenvortheil dieser sowie der von Hrn. Rochow angegebenen Befestigungsweise besteht noch darin, dafs sie, ohne die Welle durch Nuthen u. s. w. zu beschädigen, überall verwendet werden kann.

Da es nun aber unzählige Kuppelungen, Räder und Riemscheiben giebt, welche noch mit vorstehenden Keilen, insbesondere Nasenkeilen, befestigt sind, und welche zu beseitigen ohne erhebliche Geldopfer nicht angeht, so empfiehlt es sich, dieselben dadurch unschädlich zu machen, dafs man diese vorspringenden Theile verdeckt. Nasenkeile kann man sehr leicht durch leichte Blechhülsen, welche an der Nabe der betreffenden Riemscheibe u. s. w. anliegen, umhüllen. Hr. Ernst Schwamborn in Aachen hat Nasenkeile dadurch verdeckt, dafs er über den hervorstehenden Theil eine Blechkapsel aufgesetzt hat, wie Fig. 31, Tafel I, zeigt. Auf dem Werke der Actiengesellschaft für Bergbau, Blei- und Zinkfabrikation zu Stolberg und in Westfalen zu Ramsbeck hat man die früheren Kuppelungen, an welchen noch Schraubenköpfe und Keile hervorsahen, mit Leinwand umwickelt, die neuen werden mit versenkten Köpfen gemacht.

Mit dem Riemenbetrieb hängen die Ausrückvorrichtungen eng zusammen, mittelst welcher einzelne Maschinen und Apparate in und aufser Thätigkeit gesetzt werden, und wird insbesondere auf die Nothwendigkeit aufmerksam gemacht, die Ausrückhebel an einzelnen Maschinen feststellen zu können, damit nicht, was nicht selten vorgekommen ist, eine ausgerückte Maschine von selbst wieder in Gang kommt. Hr. Director Franke hat in dieser Beziehung durchgehends die Einrichtung getroffen, dafs der etwas federnde Ausrückhebel an einer Schiene vorbeigeführt wird und an den Enden derselben in eine ausgefeilte Kerbe einschnappt, wodurch er nunmehr fest eingestellt ist.

Bei gewöhnlichen Zahnkuppelungen mit Schraubenflächen ist es durch gröfsere Schwungmassen vorgekommen, dafs die auf der getriebenen Welle sich befindende Hälfte sich freiwillig ausgerückt hat. Um dieses zu verhüten und gleichzeitig einem selbstthätigen Einrücken vorzubeugen, hat Hr. Ernst Schwamborn folgende, in Fig. 32, Tafel II, dargestellte Anordnung getroffen. Der verschiebbare Theil *a* der Kuppelung wird durch einen in *b* drehbar gelagerten Ausrückhebel *c* bewegt, dessen Gabel in eine an der Kuppelung angebrachte Nuth einfafst, und dieselbe feststellt, sobald er selbst gehalten wird. Eine Feder *d* hat nun das Bestreben, den Hebel in der Richtung des Pfeiles zu ziehen und die Kuppelung auszurücken. Um dies zu verhüten, ist die drehbar angeordnete Arretirung *e* angebracht, welche in der gezeichneten Stellung den Hebel verhindert, dem Zuge der Feder *d* zu folgen. Wird diese Arretirung in die punktirt gezeichnete Stellung gebracht, d. h. gehoben, so wird die Kuppelung infolge des Zuges der Feder ausgerückt und bleibt ausgerückt, da die Feder den Hebel festhält. Um die Kuppelung einzurücken,

wird der Hebel *c* in umgekehrter Richtung bewegt und die Arretirung eingelegt.

Hr. Bing, Director der Russisch-Baltischen Waggonfabrik in Riga, hat zur sicheren Ausrückung eines Riemens, der etwa 30^m von der betreffenden Werkstätte aus in einem anderen Raume die Transmission treibt, die in Fig. 33, Tafel II, dargestellte Einrichtung getroffen. Im Raum *A* befindet sich die feste Antriebsscheibe *a* und neben dieser die lose Scheibe *b*. Ein gewöhnlicher Gabelausrücker *cc* bewirkt die Riemenführung von der festen auf die lose Scheibe. Dieser Ausrücker ist mit einem Hebelsystem verbunden, dessen einer Arm das Gewicht *d* trägt, welches den Riemen mittelst des Ausrückers auf die lose Scheibe zu bringen bestrebt ist. Die Zugkette *ff* führt bis in den Raum *B*, von wo die Ausrückung in Bewegung gesetzt werden soll, und endigt in einem Ringe *e*, welcher in einen am Boden befestigten Haken eingreift. Ist der Ring eingehakt, so befindet sich der Riemen auf der festen Scheibe und die Transmission ist in Bewegung, wird der Ring *e* gelöst, so fällt das Gewicht *d*, schiebt den Riemen mittelst des Ausrückers auf die lose Scheibe und der Betrieb hört auf. Wird der Apparat durch einen Bruch der Kette *f* untauglich, so bleibt die Transmission einfach stehen, ein Unglück kann also durch ein Versagen des Mechanismus niemals eintreten, und zeigt also der Apparat durch Ausrücken der Transmission selbst an, dafs er reparaturbedürftig ist; er controlirt sich somit automatisch. Auch diese Einrichtung dürfte sich zur allgemeinen Anwendung empfehlen.

Die Duisburger Maschinenbau-Actiengesellschaft hat eine Selbstausrückung an Walzenstrafsen angegeben, welche auf Tafel II, Fig. 34 und 35, dargestellt ist.

Auf der Schwungradachse befindet sich eine Klauenkuppelung, deren eine Hälfte *a* auf der Welle fest, die andere *b* dagegen verschiebbar ist. Beide Hälften sind mit Flanschen versehen, jedoch hat die von *b* eine derartige Form, dafs beim Eingreifen der Klauen in einander (d. h. in der gezeichneten Stellung) eine peripherische keilförmige Nuth entsteht. Neben der Welle ist auf einem Bock eine Fallklinke *c* gelagert, welche während des Betriebes mittelst Kette und Gegengewicht in der gezeichneten Stellung gehalten, bei einem Unfall aber durch Lösung des Kettenendes oder Hebung des Gewichtes fallen gelassen wird. Die Klinke fällt alsdann in die Nuth und drückt die lose Hälfte *b* bei Seite, wodurch die Ausrückung erfolgt.

Die Zeitdauer für die völlige Ausrückung beträgt, wie leicht ersichtlich, im äufsersten Falle nur soviel als die Dauer einer völligen Umdrehung der Triebwelle.

Das dieser Ausrückung zu Grunde liegende Constructions-Princip läfst sich unseres Erachtens sehr leicht verallgemeinern, und zwar namentlich zur Lösung der Aufgabe, die Haupttransmissionen ganzer Fabriksäle plötzlich, und zwar von verschiedenen Stellen aus, zum Stillstand zu bringen, ohne den Motor selbst aufser Betrieb zu setzen. Es könnte dies leicht in der Weise geschehen, dafs von verschiedenen Punkten des Arbeitssaales Draht- oder Kettenzüge nach dem Gegengewicht geleitet werden, um dasselbe zu heben.

Die Anwendung von Draht- und Kettenzügen u. s. w., um von einer entfernten Stelle z. B. die Dampfmaschine zu arretiren, wurde schon bei der in Fig. 15 und 16, Tafel I, dargestellten Anordnung von Knövenagel besprochen. Das Bedürfnifs, den Motor schnell von verschiedenen Stellen aus anhalten zu können, ist nun aber auch anderweitig gefühlt worden und wird im Folgenden eine specielle Lösung dieser Aufgabe mitgetheilt.

In den Werkstätten der Bergisch-Märkischen Eisenbahn zu Arnsberg hat man die in Fig. 36, 37 und 38, Taf. II, dargestellte Einrichtung getroffen, womit unabhängig von Zuruf und Wink von jeder einzelnen Werkzeugmaschine aus durch Anziehen eines Seiles oder Drahtzuges die Betriebsdampfmaschine mit geringer Kraft in Stillstand gesetzt werden kann. An der Decke befindet sich die Welle *a* in Hängelagern oder sonstwie aufgelagert, auf welcher an verschiedenen, von der Localität abhängigen Stellen die zweiarmigen Hebel *b* aufgesetzt sind. Diese Hebel stehen, wie Fig. 36 zeigt, durch Ketten mit den verschiedenen Drahtzügen *c* in Verbindung, welche wiederum durch die Einzelzüge *d* von den Arbeitsplätzen aus in Bewegung gesetzt werden können. Es ist nun ersichtlich, dafs, von welcher Stelle auch die Drahtzüge gezogen werden, die Welle *a* stets in ein und demselben Sinne gedreht wird. Die Welle *a* ist bis zur Dampfmaschine (Fig. 37) geführt und trägt daselbst den Hebel b_1, welcher mittelst der Zugstange *e* auf den Hebel *f* (Fig. 38 in gröfserem Mafsstabe gezeichnet) wirkt. An diesem Hebel ist ein Ansatz *g* angebracht, welcher in eine Aussparung der Schubstange *h* eingreift. Wird nun die Welle *a* von irgend einem Punkte aus gedreht, so wird mittelst der Uebertragung durch Hebel b_1 und Zugstange *e* der Ansatz *g* aus dem Einschnitt der Schubstange gehoben, diese wird frei und nunmehr wird die Drosselklappe *i* durch das Gegengewicht *k* geschlossen. An dem Drehpunkt des Hebels *f* ist aber noch ein zweiter Hebel *p* angebracht, welcher den Hebel *l* (Fig. 37) niederdrückt. Wird durch Drehung von Hebel *f* der Hebel *p* gesenkt, so geht auch, nachdem die Drosselklappe geschlossen ist, Hebel *l* und mit ihm die durch Zugstange *m* verbundene Klinke *n* nieder, wodurch die durch Gewicht *o* auf das Schwungrad wirkende Bandbremse *q* zur Wirkung kommt und die Maschine arretirt.

Es ist also einleuchtend, dafs von jedem Punkt der Werkstatt aus die Maschine zum Stillstand gebracht werden kann. Ein Schutzgitter umgiebt den Bremshebel.

Nach den vorliegenden Mittheilungen würde sich die beschriebene Vorrichtung überall dort anwenden lassen, wo die Maschine nicht mehr als 80 Touren macht und keine grofsen Schwungmassen zu überwinden sind. Erfahrungsmäfsig ist festgestellt, dafs vom Moment des Anziehens der Drahtzüge der Kolben noch etwa einen halben Hub macht. Die Drähte sind 7^{mm} stark und sind Drahtzüge bis zu 75^m Länge ausgeführt worden.

Dafs sämmtliche Arbeitsmaschinen generell mit festen und losen Riemscheiben versehen sein sollten, dürfte einer besonderen Motivirung kaum bedürfen. Hierbei ist aber auf das strengste darauf zu achten, dafs die lose Riemscheibe stets in guter Schmiere sich befinde, worauf im Allgemeinen weniger Augenmerk gerichtet wird, als wünschenswerth ist. Ebenso müssen die Ausrücker dann und wann controllirt, sowie dafür gesorgt werden, dafs die Ausrückhebel festgestellt werden können, um ein selbstthätiges Ingangsetzen der betreffenden Maschine zu verhindern. Ist die Losscheibe ausgelaufen, so kommt es vor, dafs sie bei der alsdann eintretenden excentrischen und schwankenden Bewegung hier und da an die feste Scheibe anstreift und dadurch ebenfalls eine ruckweise Bewegung der angehaltenen Arbeitsmaschinen bewirkt. Solche Riemscheiben sind auszuwechseln oder auszubuchsen.

Viele Arbeitsmaschinen, namentlich schnelllaufende, bei welchen schwere Massen bewegt werden, erfordern nach erfolgtem Ausrücken noch eine längere oder kürzere Zeit, um

zum gänzlichen Stillstand zu kommen. In solchen Fällen empfiehlt es sich, die Ausrückung mit einer Bremse zu combiniren, und geben wir in Fig. 39 und 40, Taf. II, eine Skizze einer solchen Einrichtung.

Auf der Welle *a* ist die feste Riemscheibe *b*, die lose b_1, sowie das Schwungrad *c*, welches letztere als Bremsscheibe dient, angebracht. Eine gewöhnliche Gabelausrückung *d*, welche durch den Hebel *e*, die Zugstange *f* und die Winkelhebelübersetzung *g* in der Richtung des Pfeiles von der losen auf die feste Riemscheibe geschoben werden kann, führt den Antriebsriemen. Auf Welle *h*, welche als Drehpunkt des Hebels *e* dient, ist der Hebel *i* mit Bremsklotz *k* angebracht. In der gezeichneten Stellung ist die Maschine gebremst, d. h. der Bremsklotz liegt fest gegen die Bremsscheibe *c* an und der Antriebsriemen befindet sich auf der Losscheibe. Wird nun der Hebel *e* in der Richtung des Pfeiles bewegt, so tritt der Antriebsriemen auf die feste Scheibe und gleichzeitig verlässt der Bremsklotz die Bremsscheibe, bei entgegengesetzter Bewegung des Hebels *e* tritt die entgegengesetzte Wirkung ein. Um von beiden Seiten der Maschine die Ausrückung sowie das Bremsen bewirken zu können, ist die Welle *h* verlängert und trägt noch den Hebel e_1, durch dessen Bewegung derselbe Effect erzielt wird.

Diese Einrichtung, welche an einer Kniehebelpresse einen fast momentanen Stillstand der Maschine bewirkte, dürfte sich besonders für schnelllaufende Maschinen der Holzindustrie, für Hobelmaschinen und Kreissägen empfehlen.

Unter den Mafsnahmen, welche an einzelnen Maschinen und Apparaten zur Sicherung gegen Verletzungen der Arbeiter getroffen sind, nehmen diejenigen eine nicht unbedeutende Stelle ein, welche sich auf Räderwerke beziehen.

Als Grundsatz wird allseitig die Nothwendigkeit hingestellt, Räder überall in irgend einer Weise zu verdecken oder sonst einzufriedigen, wo sie im Bereich der Arbeiter sich befinden.

Allgemeine Regeln darüber aufzustellen, wie Räder einzufriedigen sind, ist kaum angängig, da stets die besondere Art der Maschine, welche gesichert werden soll, in Betracht zu ziehen ist; jedoch lassen sich die weiter unten gegebenen constructiven Anordnungen unschwer verallgemeinern und unter geeigneten Umgestaltungen auch für andere als die besonderen Zwecke, für welche sie bestimmt sind, verwenden.

Die Bergisch-Märkische Eisenbahn hat besondere Sorgfalt für Sicherung der Werkzeugmaschinen aufgewendet. Fig. 41 und 42, Tafel II, zeigt die Einfriedigung der Getriebe einer Leitspindeldrehbank. Die Umwehrung ist in Form eines beweglichen Gitters gehalten, durch dessen Stäbe hindurch eine genaue Beobachtung der einzelnen Räder sowie eine Auswechselung derselben möglich ist. Vielfache Unglücksfälle an solchen Bänken lassen eine allgemeinere Einführung dieser Schutzgitter als wünschenswerth erscheinen.

Dasselbe gilt von den konischen Rädern an Bohrmaschinen, durch welche nicht selten Arbeiter verletzt werden. Fig. 43, Tafel II, giebt eine Darstellung, wie solche Räder eingekapselt werden können. Eine Umhüllung derselben mit Gitterwerk ist kaum erforderlich, da dieselben niemals ausgewechselt werden; es genügen also einfache geschlossene Blechhüllen.

Da eine Gefahr bei Triebrädern darin liegt, dass die Arbeiter mit den Händen unwillkürlich auf die Zähne fassen, so empfiehlt sich die in Fig. 44, Tafel II, gegebene Anordnung, bei welcher die Zahnräder von Blechstreifen concentrisch umgeben sind, so dafs die Zähne und besonders die Eingriffstellen bedeckt und unzugänglich sind.

Sollen Riemscheiben umwehrt werden, so läfst sich dies nach der Anordnung der Fig. 45, Taf. II, erreichen, welche die Umgitterung der Riemscheibe eines Ventilators zeigt. In ähnlicher Weise kann man bei den exponirten Riemscheiben an Hobelmaschinen u. s. w. verfahren. Fig. 46, Taf. II, zeigt eine bewegliche Umwehrung von Rädern. Die korbähnlich gehaltene Umhüllung läfst sich, wie aus der punktirt gezeichneten Stellung ersichtlich, aufklappen, so dafs die Räder frei und offen liegen. In Fig. 47 und 48, Taf. II, liegen die Räder in einem runden Kasten, welcher um das Charnier *a* schwingt.

Aehnliche Anordnungen zum Schutze der Arbeiter gegen das Hineingreifen in gezahnte Getriebe lassen sich auch bei anderen als Werkzeugmaschinen anbringen, und ist in dieser Beziehung die Sächsische Maschinenfabrik zu Chemnitz, vorm. Rich. Hartmann, zu erwähnen, welche z. B. die Selfactoren und mechanischen Webstühle von vornherein mit solchen Schutzvorrichtungen versieht.

Auch bei Schnellpressen haben wir die Getriebe eingekapselt gefunden, so z. B. bei einer Presse, welche die Firma der Maschinenfabrik Augsburg trug. Die bekannte Firma König & Bauer rüstet ebenfalls, soweit uns bekannt ist, die von ihr gebauten Schnellpressen mit eingekapselten Getrieben aus.

Die Sächsische Maschinenfabrik, vorm. Rich. Hartmann in Chemnitz, kapselt die Quadranten und deren Triebräder an Selfactoren in der in Fig. 49, Taf. II, dargestellten Weise ein. Oberhalb des Zahnsegmentes *a* und des Triebrades *b* ist eine Blechschiene *c* angebracht, welche so lang sein mufs, dafs das Zahnsegment bei der weitesten Stellung des Hebels *d* nach rechts noch bedeckt bleibt. Es ist auf diesen Punkt besonders zu achten. Erfahrungsmäfsig sind Unglücksfälle dadurch vorgekommen, dafs nur das Getriebe *b* und nicht der von demselben nach rechts hervortretende Theil des Segmentes geschützt war.

Bei Räderwerken, welche an Transmissionen im Bereich der Arbeiter sich befinden, sind ähnliche Vorrichtungen anzubringen, und es empfiehlt sich, wenn irgend möglich, darauf Rücksicht zu nehmen, dafs die Räder an den exponirten Stellen nicht in einander, sondern aus einander laufen.

Wenn an Maschinen hervorragende Theile sich hin- und herbewegen, so sollten die Bahnen dieser Theile eingefriedigt werden, z. B. die Umsteuerungsknaggen der Hobelmaschinen. Fig. 50 und 51, Taf. II, zeigen eine von der Bergisch-Märkischen Bahnverwaltung eingeführte darauf bezügliche Einrichtung, wobei die Knagge *a* sich hinter der Schutzstange *b* befindet. Dadurch wird verhütet, dafs der Fufs des Arbeiters von der Knagge erfafst und gegen den Ständer *c* geprefst wird. Bei der durch Fig. 52 und 53, Taf. II, dargestellten Einrichtung wird die Knagge *a* durch ein Schutzblech *b* verdeckt, welches den Fufs des Arbeiters bei Seite schiebt, so dafs er nicht zwischen Knagge und Ständer gerathen kann.

In Fig. 54, Taf. II, sind die Triebwerke eines Drehkrahnes der Bergisch-Märkischen Eisenbahn durch die Schutzkappen *aa* eingefriedigt und ungefährlich gemacht worden.

Ein nicht unerheblicher Procentsatz sämmtlicher Unglücksfälle wird durch die schnell gehenden Maschinen der Textilindustrie herbeigeführt. Die Wölfe z. B. sind dadurch gefährlich, dafs die Finger der Arbeiter sehr leicht in die Entréewalzen gerathen und von den Zähnen der Trommel gefafst werden. Den Mittheilungen des Aachener Bezirksvereines ist die in Fig. 55, Tafel II, dargestellte Schutzvorrichtung entnommen. Vor der Trommel *a* befinden sich die beiden Entréewalzen *bb*, denen die Wolle vom Führungs-

tisch *c* zugeführt wird. Vor den Entréewalzen befindet sich, frei auf dem Führungstisch liegend, die Holzwalze *d* von 8^{cm} Durchmesser, deren Achse in zwei rechts und links angebrachten Führungen frei auf- und abspielen kann. Die den Wolf bedienenden Arbeiter können, wie leicht ersichtlich, mit ihren Fingern jetzt nicht an die Entréewalzen gerathen. Wir glauben auf diese Einrichtung um so mehr aufmerksam machen zu müssen, als die Sächsische Maschinenfabrik zu Chemnitz bei den von ihr gefertigten Reifswölfen ähnliche Anordnungen zur Sicherung der Arbeiter trifft.

Hr. Ingenieur Wetzig theilt verschiedene Einrichtungen mit, welche sich in der von ihm geleiteten Schöllerschen Kammgarnspinnerei bewährt haben. Die Reifswölfe haben zur Sicherung gegen das Einziehen der Finger eine ähnliche Einrichtung wie die in Fig. 55 beschriebene. In den Streckmaschinen sind sämmtliche Räder verhüllt, für Wechselräder müssen die Schutzbleche leicht abzuheben oder besser noch in Charnieren drehbar sein (vergl. Fig. 47 und 48).

Bei Selfactoren ist es nöthig, den Ausrücker durch Stift oder Schraube derartig feststellen zu können, dafs ein Vorschieben desselben unmöglich ist. Beim Putzen, Repariren u. s. w. darf Niemand früher zwischen Wagen und Cylinderbaum eintreten, bevor nicht der Betriebsriemen abgeworfen ist.

Die Krempelgestelle müssen so verschlagen sein, dafs von unten her Niemand in die arbeitenden Trommeln greifen kann.

Für Maschinen mit schnellgehenden Tambours, Schlagflügeln oder Reifstrommeln erachtet es Hr. Wetzig aus langjähriger Erfahrung ferner für wünschenswerth, dafs die Losscheibe nicht auf der Welle, sondern auf einer besonderen festen Hülse laufe. Aufserdem wird noch empfohlen, die Maschinen mit einer Arretirung (durch Stift, Schraube u. s. w.) zu versehen, welche nach Aufserbetriebsetzung eine jede Bewegung unmöglich machen.

Mindestens ebenso gefährlich, wie die erwähnten Maschinen der Textilindustrie, sind die in der Holzbearbeitung zur Anwendung kommenden, schnell laufenden Kreis-, Band- u. s. w. Sägen, Fräsmaschinen, Hobelmaschinen u. s. w., und hat man besonders den Kreissägen besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Die in Fig. 56 und 57, Taf. II, dargestellte Schutzvorrichtung für Kreissägen, construirt von A. Goede, Maschinenfabrikant in Berlin, besteht aus dem Schutzhelm *a*, welcher entweder von der Decke, oder von einem seitlichen Träger aus über dem Sägeblatt befestigt wird, und vier unabhängig von einander beweglichen Theilen, den Schwertern *b*. Der Schutzhelm ist in solcher Höhe über dem Tisch angebracht, dafs das stärkste zu schneidende Brett bequem darunter durchgeschoben werden kann, während die Schwerter die Aufgabe haben, den darunterliegenden Theil der Säge zu schützen. Die Wirkungsweise der Vorrichtung wird durch die Zeichnung erläutert. Das in der Richtung des Pfeiles eingeführte Brett hat die vor dem Sägeblatt liegenden Schwerter gehoben; bei dem weiteren Vorschieben des Brettstückes wird auch das zweite, hinter der Säge befindliche Schwerterpaar nach oben gedrückt, so dafs das Schneiden selbst in keiner Weise gehindert wird. Selbstredend mufs der Arbeiter, sobald das Ende des Brettes in die Nähe des Drehpunktes *c* der vorderen Schwerter kommt, den weiteren Vorschub nicht mehr mit der Hand, sondern mit einem Brettstück bewirken.

Hat das zu schneidende Stück die Säge passirt, so fällt das vordere Schwerterpaar auf den Tisch herunter und schliefst das Sägeblatt nach dem Stand des Arbeiters zu vollkommen und selbstthätig ab.

Dieselbe Firma führt noch eine zweite Construction aus, welche von Hrn. Julius Pintsch angegeben ist; diese ist in Fig. 58, Tafel II, dargestellt. Die vier Schwerter der vorher beschriebenen Construction sind durch die Kappe *a* ersetzt, welche um den Drehpunkt *b* schwingt und durch ein Gewicht abbalancirt ist. Die hinteren, aufsteigenden Sägezähne werden durch ein auf dem Tisch befestigtes Spaltenmesser *c* geschützt. Der Stützpunkt der Kappe kann seine Lagerung von der Decke aus oder durch einen seitlich vom Tisch angebrachten Tragearm erhalten. Um das Einführen des zu schneidenden Brettes zu erleichtern, ist die Schiene, an welcher die Kappe befestigt ist, nach oben aufgebogen.

Den Spaltenmessern an den Kreissägen hinter dem Sägeblatt wird bis jetzt eine genügende Aufmerksamkeit nicht gewidmet. Dieselben müssen so breit sein wie das Sägeblatt incl. der Schränkung. Da die Spaltenmesser nun in dem von dem Sägeblatt gebildeten Schnitt stehen, so geben sie dem geschnittenen Stück noch eine Führung und verhindern insbesondere, dafs z. B. ein Brett von den aufsteigenden Zähnen der Säge erfafst und dem Arbeiter an den Kopf geschleudert wird, was nicht so unhäufig geschehen ist.

Bei Bandsägen wird das Sägeblatt soweit durch eine am Gestell befestigte, hoch und tief zu stellende Rinne verdeckt, dafs nur der zum Schneiden bestimmte Theil des Blattes frei bleibt.

(Schlufs folgt.)

Die Berechnung der Rollenzüge unter Berücksichtigung des Rollenwiderstandes.

Von Ingenieur **Haedicke** in Hagen i/W.

Die nachstehenden Berechnungen bezwecken, einige elementare und bequeme Formeln zur Bestimmung des Verhältnisses von Kraft zur Last für die gebräuchlichsten Rollenzüge zu liefern.[1])

A. Die Rolle.

Bezeichnet man mit P diejenige Seilspannung in Kilogrammen, in deren Sinne die Bewegung erfolgt, und mit Q die andere, so mufs unter Berücksichtigung der vorhandenen Widerstände P um ein Gewisses gröfser sein als Q. Wir nennen nun den Rollenwiderstandscoefficienten m diejenige Zahl, mit welcher Q multiplicirt werden mufs, um den auf den Umfang der Rolle reducirten Rollenwiderstand zu erhalten, so dafs also

$$P = Q + Qm = Q(1+m).$$

Der Rollenwiderstand setzt sich nun aus zwei Widerständen zusammen, nämlich dem Seilwiderstand (s) und dem Reibungswiderstand (f).

Der Erstere (s), also diejenige Kraft in Kilogrammen, welche zu Q hinzugefügt werden muss, um ohne Berücksichtigung der Zapfenreibung die Spannung P zu ergeben, ist, wie man gewöhnlich annimmt, der Last Q und dem Quadrat der Seildicke (d) direct, und dem Rollenradius (R) indirect proportional, so dafs wir setzen können:

[1]) Vgl. Schrader, Mechanik, § 132. Weisbach, III. § 210.

$$s = Q \frac{\varphi d^2}{R},$$

wo φ ein vom Mafssystem abhängiger Coefficient ist. Derselbe kann für d und R in Centimetern und Q in Kilogrammen

$$\varphi = 0{,}2$$

gesetzt werden.

Der Reibungswiderstand f, am Umfange des Zapfens wirkend und auf den Umfang der Rolle reducirt, berechnet sich nun leicht auf Grund der jetzt bekannten beiden, als parallel angenommenen Seilspannungen P und Q zu

$$f = (P + Q)\frac{\mu r}{R},$$

wenn wir mit μ den Reibungscoefficienten und mit r den Radius des Rollenzapfens bezeichnen. Da nun, abgesehen von diesem neuen Widerstand,

$$P = Q + Q\frac{\varphi d^2}{R},$$

so ist

$$f = \left(Q + Q\frac{\varphi d^2}{R} + Q\right)\frac{\mu r}{R} = Q\left(2 + \frac{\varphi d^2}{R}\right)\frac{\mu r}{R}.$$

Nunmehr ist

$$P = Q + s + f = Q + Q\frac{\varphi d^2}{R} + Q\left(2 + \frac{\varphi d^2}{R}\right)\frac{\mu r}{R}$$

$$P = Q\left[1 + \frac{\varphi d^2}{R} + \left(2 + \frac{\varphi d^2}{R}\right)\frac{\mu r}{R}\right] = Q(1 + m),$$

wo also

$$m = \frac{1}{R}\left[\varphi d^2 + \left(2 + \frac{\varphi d^2}{R}\right)\mu r\right].$$

Ich habe nun diesen Werth m auf Grund der gewöhnlich vorkommenden mittleren Verhältnisse berechnet und setze diesen Werth wie folgt: [1])

$P =$	70	160	280	440	630	860	1120	1420	1750	2120	2520
$d =$	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
$R =$	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	13,5	15	16,5	18
$m =$	0,075	0,1	0,125	0,15	0,175	0,2	0,225	0,25	0,275	0,3	0,325

Eigentlich müfste zur genauesten Berechnung des auf den Umfang der Rolle reducirten Reibungswiderstandes die durch denselben abermals vermehrte Spannung eingeführt werden. Thut man dies, so erhält man eine so geringe Differenz, dafs sie in Anbetracht des Zweckes der Formeln durchaus vernachlässigt werden kann.

Beispielsweise würde eine Last von 1000^{kg} eine Kraft von

$$1000\,(1 + 0{,}225) = 1225^{kg}$$

zum Heben beanspruchen, während dieselbe auf

$$P = \frac{Q}{1+m} = \frac{1000}{1{,}225} \text{ rot. } 816^{kg}$$

vermindert werden kann, ehe die Last niedersinkt, d. h. man hat stets unter Q die überwundene, unter P die überwindende Spannung zu verstehen, im vorliegenden Falle also anzusetzen:

$$Q = P(1 + m) \qquad P = \frac{Q}{1+m}.$$

B. Der gemeine Flaschenzug.

Es muss Q gleich sein der Summe der tragenden Seilspannungen. Es ist besser, die Anzahl (n) dieser einzuführen, als die der Rollen, da z. B. für den Fall, dafs die obere, resp. erste feste Rolle fortbleibt, immer noch die Beziehung $Q = 6P$ (für die beistehende Figur) bestehen bleibt, was z. B. an Bord oft genug vorkommt.

Nennen wir nun der Reihe nach $S_1\, S_2 \ldots S_6$ die Spannungen der mit den betreffenden Zahlen bezeichneten Seilenden, so ist, wenn die Bewegung im Sinne von P erfolgen soll, nach Obigem:

$$\begin{array}{llll}
P = S_1(1+m) & \text{also} & S_1 = & \dfrac{P}{1+m} \\
S_1 = S_2(1+m) & \text{»} & S_2 = \dfrac{S_1}{1+m} = & \dfrac{P}{(1+m)^2} \\
S_2 = S_3(1+m) & \text{»} & S_3 = & \dfrac{P}{(1+m)^3} \\
\vdots & & \vdots & \vdots \\
S_{n-1} = S_n(1+m) & \text{»} & S_n = & \dfrac{P}{(1+m)^n},
\end{array}$$

daher: $Q = P\left(\frac{1}{1+m} + \frac{1}{(1+m)^2} + \frac{1}{(1+m)^3} + \ldots \frac{1}{(1+m)^n}\right)$

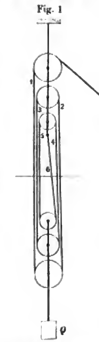
oder: $Q = \frac{P}{1+m}\left(1 + \frac{1}{1+m} + \frac{1}{(1+m)^2} + \ldots \frac{1}{(1+m)^{n-1}}\right)$.

Löst man dies nach der Formel

$$1 + a + a^2 + a^3 + \ldots a^n = \frac{a^{n+1} - 1}{a - 1}$$

auf, so erhält man die sehr einfache Beziehung:

Fig. 1



$$Q = \frac{P}{m}\left[1 - \left(\frac{1}{1+m}\right)^n\right]$$

oder

$$P = \frac{Q\,m}{1 - \left(\frac{1}{1+m}\right)^n}. \quad ^1)$$

Um aus der für m oben angegebenen Tabelle den betreffenden Werth zu finden, mufs man berücksichtigen, dafs zwar mit Vernachlässigung des Rollenwiderstandes $P = \frac{Q}{n}$ ist, jedoch eine gröfsere Seildicke gewählt werden mufs, weil eben dieses $P\left(= \frac{Q}{n}\right)$ nicht genügt.

Sollen z. B. 1000^{kg} durch einen Flaschenzug mit fünf tragenden Seilenden gehoben werden, dann würde nach der Tabelle eine Seildicke von $1{,}5^{cm}$ annähernd (für $P = \frac{1000}{5} = 200$) genügen, wenn der Rollenwiderstand nicht berücksichtigt werden soll. Mit Hinzuziehung desselben wähle man zur Sicherheit den nächst höheren Werth, also $d = 2$. Hier ist $m = 0{,}125$ und man erhält:

$$P = \frac{1000 \,.\, 0{,}125}{1 - \left(\frac{1}{1{,}125}\right)^5} = \frac{125}{0{,}45} \text{ rot. } 280.$$

Diese Kraft würde der Tabelle nach auch gerade die gewählte Seildicke erfordern.

---

[1]) Diese Werthe habe ich ohne Angabe ihrer Entwickelung bereits in meinem Leitfaden für den Unterricht in der Schiffsdampfmaschinenkunde (Tabelle III) veröffentlicht. — Schradar setzt m einfach $= 1 + \frac{2\mu r}{R}$, während Weisbach einen weit complicirteren und sehr unhandlichen Ausdruck einführt. — Die Werthe für P und R sind dem Reuleaux-Constr. entnommen.

[1]) Schrader giebt unter Beibehaltung der Bezeichnungen: $P = \frac{Q\,m^{1+n}(m-1)}{m^{1+n} - 1}$, also 2 Potenzen, wobei aufserdem (s. die vorige Anmerkung) die Steifigkeit des Seiles nicht berücksichtigt ist.

Handelt es sich darum, diejenige Kraft zu bestimmen, welche ein Hinabsinken der Last gerade eben verhindert, so mufs ein ähnlicher Weg eingeschlagen werden. Es ist dann

$$S_1 = P(1+m)$$
$$S_2 = S_1(1+m) = P(1+m)^2$$
$$\vdots$$
$$S_n = P(1+m)^n.$$

Die Last Q ist nun wieder gleich der Summe aller Spannungen:

$$Q = P[1+m+(1+m)^2+(1+m)^3+\ldots(1+m)^n]$$
$$Q = \frac{P}{m}\Big((1+m)([1+m]^n-1)\Big)$$

oder

$$P = \frac{Q\,m}{(1+m)([1+m]^n-1)}.$$

Wählen wir hier wieder $Q = 1000$ und $n = 5$, so erhalten wir

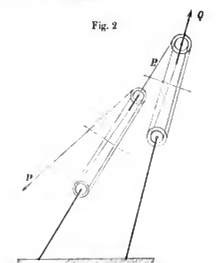
$$P = \text{rot. } 143.$$

Hiernach würde bei einem Flaschenzuge mit 5 tragenden Seilen die Kraft P zwischen 143 und 280^{kg} variiren dürfen, wenn eine Last von 1000^{kg} daran hängt, ohne dafs eine Bewegung in dem einen oder anderen Sinne eintritt.

C. Der Potenzflaschenzug.

Diese Rollencombination dürfte in der Praxis nur selten angewendet werden, wenigstens habe ich sie noch nie anders als im Modell ausgeführt gesehen. An Bord kommt sie jedoch in veränderter Weise, in der Form: Talje auf Talje vor. Hier sind es zwei derart zusammengesetzte gemeine Flaschenzüge, dafs der Aufhängepunkt des einen der Endpunkt des spannenden Seilendes des anderen ist. Das Ganze berechnet sich auf Grund des Früheren:

Fig. 2



Es ist nämlich

$$P_1 = \frac{P}{m}\left[1-\left(\frac{1}{1+m}\right)^n\right]$$
$$Q = \frac{P_1}{m_1}\left[1-\left(\frac{1}{1+m_1}\right)^{n_1}\right],$$

also
$$Q = \frac{P}{m\,m_1}\left[1-\left(\frac{1}{1+m}\right)^n\right]\left[1-\left(\frac{1}{1+m_1}\right)^{n_1}\right],$$

wo n und n_1 wieder die Anzahl der durchschnittenen tragenden Seile (in der Figur jedesmal fünf) bedeuten. — Q ist

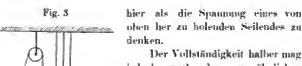
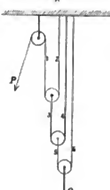


Fig. 3



hier als die Spannung eines von oben her zu holenden Seilendes zu denken.

Der Vollständigkeit halber mag jedoch auch dem gewöhnlichen Potenzflaschenzuge Beachtung geschenkt werden.

Bezeichnen wir wieder die Seilspannungen nach einander mit $S_1 \ldots S_n$, dann ist, wenn die Bewegung im Sinne der Spannung P erfolgt:

$$P = S_1(1+m) \qquad S_1 = \frac{P}{1+m}$$
$$S_1 = S_2(1+m) \qquad S_2 = \frac{P}{(1+m)^2}$$
$$S_3 = S_1 + S_2$$
$$S_3 = \frac{P}{1+m} + \frac{P}{(1+m)^2} = \frac{P}{1+m}\left(1+\frac{1}{1+m}\right)$$
$$S_3 = S_1(1+m) \qquad S_4 = \frac{S_3}{1+m} = \frac{P}{(1+m)^2}\left(1+\frac{1}{1+m}\right)$$
$$S_5 = S_3 + S_4$$
$$S_5 = \frac{P}{1+m}\left(1+\frac{1}{1+m}\right) + \frac{P}{(1+m)^2}\left(1+\frac{1}{1+m}\right)$$
$$S_5 = \frac{P}{1+m}\left(1+\frac{1}{1+m}\right)\left(1+\frac{1}{1+m}\right) = \frac{P}{1+m}\left(1+\frac{1}{1+m}\right)^2.$$

Fährt man so fort, so erhält man stets denselben Ausdruck mit der Anzahl der losen Rollen als Exponenten, und es entsteht die wieder sehr einfache Beziehung:

$$Q = \frac{P}{1+m}\left(1+\frac{1}{1+m}\right)^n = \frac{P}{1+m}\left(\frac{2+m}{1+m}\right)^n,$$

wo n die Anzahl der losen Rollen bedeutet.

Wird die Bewegung entgegengesetzt gedacht, so also, dafs die Last sinkt, so ist für den Grenzzustand:

$$S_1 = P(1+m)$$
$$S_2 = S_1(1+m) = P(1+m)^2$$
$$S_3 = S_1 + S_2 = P(1+m) + P(1+m)^2 = P(1+m)(1+1+m)$$
$$S_3 = P(1+m)(2+m)$$
$$S_4 = S_3(1+m) = P(1+m)^2(2+m)$$
$$S_5 = S_3 + S_4 = P(1+m)(2+m) + P(1+m)^2(2+m)$$
$$S_5 = P(1+m)(2+m)(1+1+m)$$
$$S_5 = P(1+m)(2+m)^2 \quad \text{u. s. w.}$$

Also allgemein:

$$Q = P(1+m)(2+m)^n,$$

wenn wieder n die Anzahl der losen Rollen bedeutet.

Sollen z. B. 1000^{kg} mit Hülfe eines Potenzflaschenzuges von drei losen Rollen gehoben werden, so erhält man für das letzte und stärkste Seil eine Beanspruchung von mehr als 500^{kg}, also eine Seildicke von 3^{cm}. Dann ist $m = 0{,}175$ und wir erhalten:

$$P = \frac{1000(1+0{,}175)}{\left(1+\frac{1}{1{,}175}\right)^3} \text{ rot. } 185^{kg}.$$

Dagegen genügt zur Vermeidung des Herabsinkens eine Kraft:

$$P = \frac{1000}{(1+0{,}175)(2+0{,}175)^3} \text{ rot. } 83^{kg}.$$

Die erste Seilspannung dürfte hiernach zwischen 83 und 185^{kg} schwanken, ehe die Bewegung in dem einen oder anderen Sinne eintritt. — Die theoretische Seilspannung wäre $\frac{1000}{2^3} = 125$.

Wie oben angedeutet, ist hier eine durchweg gleich grofse Seildicke angenommen worden, berechnet auf Grund des einzusetzenden Maximums. Zweckmäfsig würde für jede lose Rolle eine andere Seildicke gewählt werden müssen. In diesem Falle können selbstredend die einfachen Endformeln keine Anwendung finden; man mufs vielmehr, wie bei der Ableitung derselben, von Rolle zu Rolle einzeln rechnen. Es ist dies in dem Beispiel unter D. c_1) geschehen.

D. Der Differentialflaschenzug.

Diese Rollencombination findet bisher — wir werden weiter unten sehen, mit Unrecht — nur als Kettenzug Verwendung. — Die theoretische Gleichung gestaltet sich bekanntlich zu

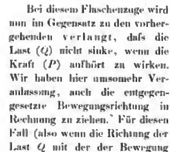
$$P = Q \frac{R-r}{2R},$$

wenn R und r die Radien der beiden auf einer gemeinsamen Achse befestigten festen Rollen sind.

Soll ein Heben der Last Q erfolgen, dann müssen die drei Beziehungen berücksichtigt werden:

$$Q = S_1 + S_2; \quad S_1 = S_2 (1+m); \quad PR + S_2 r = S_1 R.$$

Fig. 4



Hieraus ergiebt sich nach Elimination von S_1 und S_2:

$$\frac{P}{Q} = \frac{R(1+m)-r}{R(2+m)}.$$

Setzt man hier $m = 0$, so entsteht die oben angeführte Formel:

$$\frac{P}{Q} = \frac{R-r}{2R}.$$

Bei diesem Flaschenzuge wird nun im Gegensatz zu den vorhergehenden verlangt, dafs die Last (Q) nicht sinke, wenn die Kraft (P) aufhört zu wirken. Wir haben hier umsomehr Veranlassung, auch die entgegengesetzte Bewegungsrichtung in Rechnung zu ziehen. Für diesen Fall (also wenn die Richtung der Last Q mit der der Bewegung übereinstimmt) erhalten wir die drei Bedingungsgleichungen:

$$Q = S_1 + S_2; \quad S_2 = S_1 (1+m); \quad PR + S_2 r = S_1 R.$$

Hieraus ergiebt sich:

$$\frac{P}{Q} = \frac{R - r(1+m)}{R(2+m)}$$

und natürlich wieder für $m = 0$:

$$\frac{P}{Q} = \frac{R-r}{2R}.$$

Führt man aber nun noch die Bedingung ein, dafs

$$P = 0,$$

so erhält man:

$$P = 0 = Q \frac{R - r(1+m)}{R(2+m)}$$

$$R = r(1+m)$$

$$m = \frac{R}{r} - 1.$$

Der Differentialflaschenzug bleibt also stehen, wenn der Rollenwiderstandscoefficient m mindestens gleich dem um 1 verminderten Verhältnifs des grofsen Radius zum kleinen ist.

Wir sind also nunmehr im Stande, für eine beliebige Seildicke das Verhältnifs der beiden Rollenradien

$$\frac{R}{r} = m + 1$$

zu bestimmen. So ist z. B. für eine Seildicke von $2{,}5^{cm}$ laut Tabelle (unter A)

$$m = 0{,}15$$

also

$$\frac{R}{r} = 1{,}15;$$

da nun r nicht kleiner sein soll als der zu $d = 2{,}5$ gehörende Rollenradius ($7{,}5^{cm}$), so ergiebt sich für $R = 1{,}15 \,.\, 7{,}5 = 8{,}625^{cm}$.

Gleichzeitig erhalten wir für das Uebersetzungsverhältnifs

a) ohne Berücksichtigung des Rollenwiderstandes:

$$\frac{P}{Q} = \frac{8{,}625 - 7{,}5}{2 \,.\, 8{,}625} = 0{,}06525 \text{ rot. } \frac{1}{15{,}3},$$

b) mit Berücksichtigung desselben:

$$\frac{P}{Q} = \frac{8{,}625 \,.\, 1{,}15 - 7{,}5}{8{,}625 \,.\, 2{,}15} = 0{,}13 \text{ rot. } \frac{1}{7{,}7}.$$

Die gewünschte Eigenschaft des Stehenbleibens wird also ungefähr durch die Hälfte des Effectes erkauft.

Die Formel für $\frac{P}{Q}$ läfst sich für den Grenzfall der Bedingung des Stehenbleibens $\left(m = \frac{R}{r} - 1\right)$ noch bedeutend vereinfachen.

Führen wir nämlich diese Bedingung in die allgemeine Gleichung

$$\frac{P}{Q} = \frac{R(1+m)-r}{R(2+m)}$$

ein, so erhalten wir:

$$\frac{P}{Q} = \frac{\frac{R^2}{r} - r}{\frac{R^2}{r} + r}$$

oder nach kurzer Reduction:

$$\frac{P}{Q} = 1 - \frac{r}{R},$$

d. h. das günstigste Effectverhältnifs eines Differentialflaschenzuges ist die um das Verhältniss der Rollenradien verminderte Einheit. Mit Hülfe dieser Formel gelangen wir schneller zu dem unter b) gesuchten Resultat:

$$\frac{P}{Q} = 1 - \frac{7{,}5}{8{,}625} = 1 - 0{,}87 = 0{,}13.$$

Man sieht, dafs es wohl möglich ist, einen Differentialflaschenzug auch für Hanf- oder Baumwollenseile zu construiren, welcher, da der Kettenwiderstand — genauer gesagt: der Rollenwiderstand für die Kettenrolle — offenbar gröfser ist als der für Seile, sicher günstigere Resultate geben mufs, als der gewöhnliche Flaschenzug mit Kettenrollen. Für den Fabrikbetrieb mag der Seilflaschenzug nicht immer der geeignete sein. Es dürfte sich jedoch sicher empfehlen, denselben an Bord zu verwenden, wo sich die Bedingungen weit günstiger gestalten.

Es ist noch interessant, zu sehen, wie sich die zum Heben derselben Last bei Verwendung der verschiedenen Arten der Rollenzüge erforderlichen Zugkräfte verhalten. Hierzu liefern uns die bereits oben angeführten Beispiele das gewünschte Material.

Wir fanden, dafs z. B. zum Heben einer Last von 1000^{kg} angewendet werden kann

a) eine einfache Rolle von 24^{cm} Dchm. und ein Seil von 4^{cm} Dicke,
b) ein gemeiner Flaschenzug von 5 tragenden Seilenden und ein Seil von $1{,}5^{cm}$ Dicke,
c) ein Potenzflaschenzug mit 3 losen Rollen und einem Seil von 3^{cm} Dicke,
d) ein Differentialflaschenzug für ein Seil von $2{,}5^{cm}$ Stärke.

Um die Vergleiche noch etwas vollkommener zu gestalten, wollen wir noch einfügen:

b_2) ein gemeiner Flaschenzug mit 2 tragenden Seilenden ($d=3^{cm}$),
b_1) » » » » 4 » » ($d=2^{cm}$),
c_1) ein Potenzflaschenzug mit 3 losen Rollen und 3 Seilen von 2,5, 2 und 1^{cm}.

Mit Hülfe dieser verschiedenen Werkzeuge brauchen wir zum Heben von 1000^{kg}:

ad a)	1225^{kg}	bei einer Wegübersetzung von	1 : 1
» b_2)	636	» » » »	1 : 2
» b_1)	333	» » » »	1 : 4
» b)	280	» » » »	1 : 5
» c)	185	» » » »	1 : 8
» c_1)	163,5	» » » »	1 : 8
» d)	130	» » » »	1 : 15,3.

Führen wir diesen Vergleich unter Berücksichtigung der aufzuwendenden Arbeit (Kraft × Weg) zu Ende, so haben wir für eine Leistung von 1000 Kilogrammmeter einen Arbeitsaufwand nöthig:

a)	bei der einfachen Rolle	1225^{kgm}
b_2)	beim Flaschenzug mit 2 tragenden Seilenden	1272 »
b_1)	» » » 4 » »	1332 »
b)	» » » 5 » »	1400 »
c)	» 3fachen Potenzflaschenzuge mit einer gemeinsamen Seilstärke	1480 »
c_1)	» 3fachen Potenzflaschenzuge mit drei verschiedenen Seilstärken	1308 »
d)	» Differential- (Seil-) Flaschenzuge	2000 »

Die Kraftübersetzungen werden also, wie selbstverständlich, durch einen unter Umständen bedeutenden Arbeitsaufwand bezahlt. Beim Differential-Seilflaschenzuge beträgt derselbe fast genau 100 pCt. der gewonnenen Arbeit, beim Kettendifferentialflaschenzuge, wenn er nicht sehr genau läuft, sicher weit mehr.

E. Recapitulation.

Zur leichteren Uebersicht folgen die oben abgeleiteten Formeln in kürzester Zusammenstellung:

1. Die einfache Rolle:

Zum Heben: $P \gtreqless Q(1+m)$

» Senken: $P \lesseqgtr \frac{Q}{1+m}$

2. Der gemeine Flaschenzug mit n tragenden Seilen:

Zum Heben: $P > \frac{Q\,m}{1-\left(\frac{1}{1+m}\right)^n}$

» Senken: $P < \frac{Q\,m}{(1+m)\left[(1+m)^n - 1\right]}$

3. Der Potenzflaschenzug mit n losen Rollen:

Zum Heben: $P > Q(1+m)\left(\frac{1+m}{2+m}\right)^n$

» Senken: $P < \frac{Q}{(1+m)(2+m)^n}$

4. Der Differentialflaschenzug:

Zum Heben: $P > \frac{Q\left[R(1+m) - r\right]}{R(2+m)}$

» Senken: $P < \frac{Q\left[R - r(1+m)\right]}{R(2+m)}$

Soll derselbe stehen, so mufs sein:

$$\frac{R}{r} = m + 1$$

und dann ist im Minimum:

$$P = Q\left(1 - \frac{r}{R}\right).$$

Fachberichte.

Abt's combinirtes Tractionssystem für Industrie- und Secundärbahnen.

Von Ingenieur Paulsen in Siegen.

(Vorgetragen im Siegener Bezirksverein am 19. November 1881.)

(Hierzu Abbildungen auf Tafel III.)

Noch liegt die Zeit nicht weit hinter uns, da mit dem einzigen Worte »Eisenbahn« dem Fachmann nahezu alle nöthigen Angaben gemacht waren über Anlage, Tractionssystem und Betriebsmittel eines Schienenweges. Die muthigen Vertreter der Schmalspur haben gegen dieses Monopol den ersten Angriff unternommen und Zeit und Umstände das Ihrige beigetragen, dafs heute dieser Millionen verschlingenden Schablone überall Weg und Thor streitig gemacht oder gar versperrt sind. An ihre Stelle tritt die Intelligenz, welche Alles den obwaltenden Verhältnissen anzupassen sucht. Mühsam hat sich die Erkenntnifs dieser einzig richtigen Methode Bahn gebrochen, aber heute schon ist ihre Zukunft für alle Zeiten gesichert und dem Ingenieur ein weites Feld geöffnet, seine Projecte nicht nur vom rein technischen, sondern auch vom wirthschaftlichen Standpunkte aus zu studiren.

Grofs ist die Mannigfaltigkeit, welche auf diese Weise bereits zu Tage gefördert wurde, und sie wird immer noch gröfser werden, je mehr es in jedem einzelnen Falle gelingt, sich den Verhältnissen anzuschmiegen und sie mit Vortheil auszunutzen. Dafs dieses aber für eine Bahn, deren Verkehr ein beschränkter ist und für welche auch nur ein geringes Baukapital zur Verfügung steht, sowohl hinsichtlich der Trace, als auch hinsichtlich des Tractionssystems zu geschehen hat, ist klar. Erst wenn in beiden Richtungen alle günstigen Momente vereinigt sind, wird die Anlage zu einer lebensfähigen werden. Dieses zu erreichen, d. h. eine Bahn möglichst billig zu bauen und doch höchst leistungsfähig einzurichten, dazu bietet das Abt'sche Tractionssystem ein ausgezeichnetes Mittel.

Für Bahnen untergeordneter Bedeutung stehen zur Zeit hauptsächlich zwei Tractionssysteme in Anwendung:

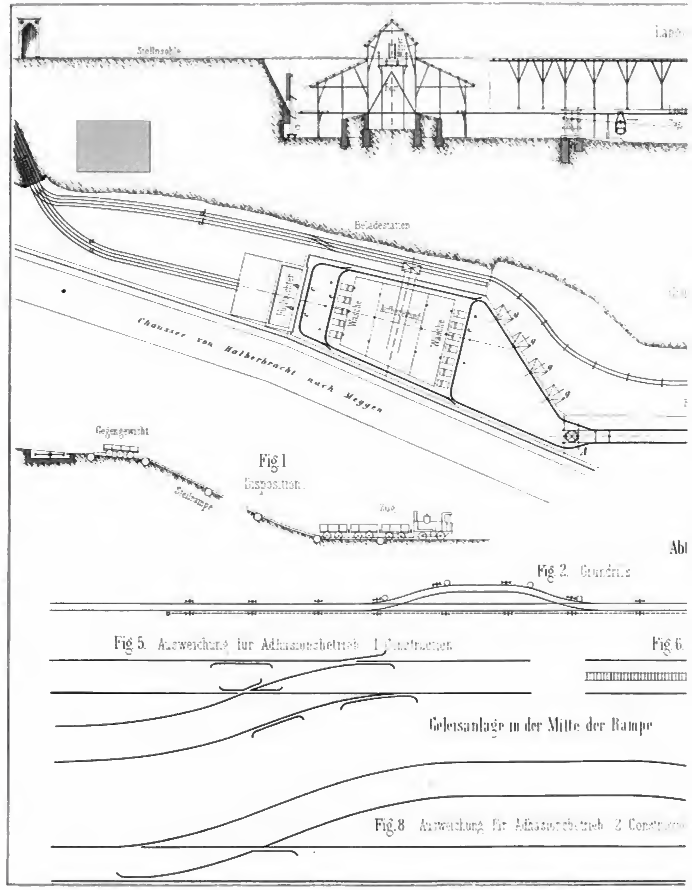
1. der Betrieb mittelst Locomotive,
2. der Betrieb mittelst Seiles.

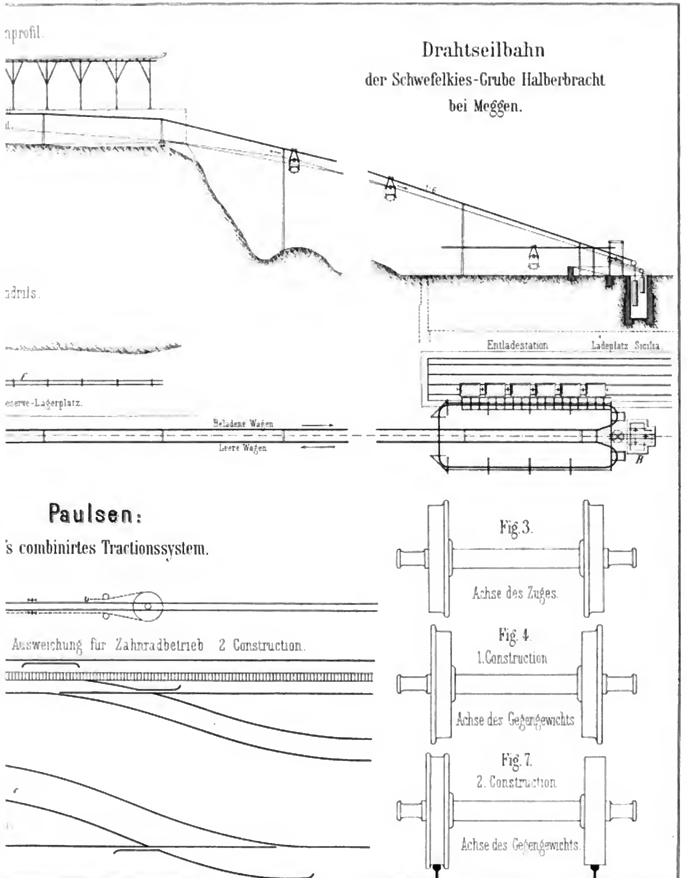
Jedes dieser Systeme genügt einer grofsen Zahl von gegebenen Verhältnissen vollkommen. Daneben giebt es aber wieder zahlreiche Fälle, namentlich in coupirtem Terrain, welche hierdurch nur in unbefriedigender Weise ausgebeutet werden können, und es lassen dann solche Bahnen entweder wegen kostspieliger Anlage oder unvollständigen Betriebes viel zu wünschen übrig.

Der Betrieb mittelst Adhäsionslocomotiven zeichnet sich durch seine grofse Beweglichkeit aus, gestattet aber bei nur einigermafsen erheblichen Steigungen eine nur geringe ökonomische Ausnutzung. Durch Anwendung von Zahnradmaschinen wird es zwar möglich, auch auf höhere Steigungen noch ansehnliche Zuglasten — freilich mit nur geringer Geschwindigkeit — zu befördern, allein dieser Motor, wie auch der dadurch bedingene Oberbau, die Zahnstange, führen eine wesentliche Erhöhung des Anlagekapitals mit sich.

Der Betrieb mittelst Drahtseils eignet sich vorzüglich für stark geneigte Bahnen, indem für gewöhnlich nur das reine Zuggewicht exclusive Motor zu befördern ist; allein die Beweglichkeit ist eine aufserordentlich beschränkte.

Das Abt'sche Tractionssystem bildet nun eine Combination der beiden genannten Systeme; es vereinigt die Vorzüge beider auf sich, ohne mit ihren Nachtheilen behaftet zu sein. Infolge dessen eignet es sich vorzüglich zur Anwendung


Stollnsohle
Beladestation
Wäsche
Aufbereitung
Wäsche
Chaussee von Halberbracht nach Meggen
Gegengewicht
Fig 1
Disposition.
Stellrampe
Zug
Fig. 2. Grundriss
Fig 5. Ausweichung für Adhäsionsbetrieb 1 Construction
Fig 6.
Geleisanlage in der Mitte der Rampe
Fig 8 Ausweichung für Adhäsionsbetrieb 2 Constr


Drahtseilbahn
der Schwefelkies-Grube Halberbracht
bei Meggen.
Entladestation
Ladeplatz Sicilia
Reserve-Lagerplatz.
Beladene Wagen
Leere Wagen
Paulsen:
's combinirtes Tractionssystem.
Ausweichung für Zahnradbetrieb 2 Construction.
Fig. 3.
Achse des Zuges.
Fig. 4.
1. Construction
Achse des Gegengewichts
Fig. 7.
2. Construction
Achse des Gegengewichts.

bei der Anlage von Bahnen, welche auf kurze Entfernung grofse Höhenunterschiede zu überwinden haben.

Als Motoren dienen die gewöhnlichen Locomotiven, welche den Verkehr auf den horizontalen und wenig geneigten Strecken in der üblichen Weise besorgen. Am Fufse der Steilrampe angekommen, wird die Maschine mit einem Drahtseil gekuppelt, siehe Fig. 1.

Dieses Seil ist in entsprechenden Abständen von Rollen getragen und erstreckt sich über die ganze Rampe; oben ist es um eine liegende Rolle geschlungen und steht das andere Ende mit einem belasteten Wagen — dem Gegengewicht — in Verbindung, welcher sich noch auf dem Gefälle befindet. Wird hier die Bremse gelöst, so hat der Gegengewichtwagen das Bestreben, sich die schiefe Bahn hinunter zu bewegen und durch Vermittelung des Drahtseils im Verhältnifs seines Gewichts einen Theil des unten stehenden Zuges in die Höhe zu ziehen. — Ist der Zug mit der Locomotive dadurch über die Rampe geschafft, so wird das Seil abgekuppelt und die Locomotive setzt wiederum allein ihren Dienst fort.

Bei der Thalfahrt findet abermals die Verbindung mit dem Drahtseile statt, wodurch es möglich wird, statt die überschüssige Schubkraft des Zuges durch die Bremsen zu zerstören — wodurch bekanntlich alle leidenden Theile stark abgenutzt werden —, das untenstehende Gegengewicht wieder in die Höhe zu schaffen.

Wir haben also zwei sich kreuzende Züge, den eigentlichen Zug mit der Locomotive und das Gegengewicht. Da nun aber eine doppelspurige Anlage der Bahn oder eine zu bedienende Ausweichung nicht mit dem Principe einer billigen Anlage und eines ökonomischen Betriebes vereinbar sind, so besteht das neue Tractionssystem des Weiteren in einer speciellen Anordnung des Oberbaues sowie der Räder des Gegengewichtwagens, wodurch es möglich wird, auch die Rampe bis auf ein Stück von 50 bis 80^{m} Länge in der Mitte je nach der Spurweite durchaus einspurig in gewöhnlicher Weise anzulegen. Siehe Fig. 2.

Gleich wie aufser dem erwähnten Mittelstück die ganze Bahn die übliche Einrichtung besitzt, so sind auch die Räder der Locomotive und der Wagen des Zuges absolut die gewöhnlichen, wie Fig. 3 andeutet. Für das Gegengewicht dagegen bedarf es einer Abweichung, welche auf verschiedene Arten erzielt werden kann:

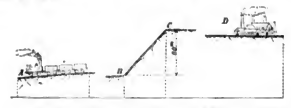
1. Dadurch, dafs die Spurkränze aufserhalb der Schienen, statt zwischen denselben angebracht werden, Fig. 4;
2. oder dadurch, dafs die Räder einer Wagenseite in- und auswendige Spurkränze erhalten, während die Räder der anderen Wagenseite als Rollen ohne Spurkränze construirt werden, Fig. 7;
3. dadurch, dafs sämmtliche Räder des Gegengewichts mit Spurkränzen von der zwei- bis dreifachen Höhe der gewöhnlichen versehen werden.

Jede dieser drei Constructionen bedingt eine specielle Anordnung des Oberbaues im Mittelstücke der Steilrampe. So zeigt z. B. Fig. 5 die Einrichtung der Ausweichung für die erste Construction bei dem Betriebe mit gewöhnlichen Adhäsionslocomotiven; Fig. 8 diejenige für denselben Motor, aber für die unter 2. angedeutete Construction des Gegengewichts; endlich Fig. 6 diejenige für die nämliche Construction, aber bei einem Betrieb mit Zahnradlocomotiven.

Unter der Berücksichtigung des Umstandes, dafs Wagenzug und Gegengewicht sich an einem Drahtseil befestigt finden, ergiebt sich sofort, dafs sich die beiden Züge stets an derselben Stelle der Bahn kreuzen müssen; es ist also nur dort auf ein kurzes Stück diese specielle Anordnung des Oberbaues auszuführen, welche, wie an Hand der Skizzen der Geleiseanordnung leicht zu verfolgen ist, ein automatisch sicheres Ausweichen der Züge bedingen.

Die hohe Leistungsfähigkeit einer nach diesem combinirten Tractionssystem betriebenen Bahn erhellt am besten aus der Vorführung eines Beispiels. Sehr oft begegnen wir den durch beistehende Figur dargestellten Verhältnissen:

Der Punkt A ist mit einem höher gelegenen Punkt D zu verbinden. Die beiden Strecken AB und CD bieten infolge der Bodenverhältnisse nur unbedeutende Steigungen, können somit am vortheilhaftesten mit einer leichten Adhäsionslocomotive betrieben werden. Das mittlere Stück BC dagegen z. B. 600^{m} lang, bietet naturgemäfs eine Steilrampe von 100‰ Steigung. Zum Betriebe einer solchen Linie bleibt uns die Wahl:



1. die Bahn zwischen B und C künstlich zu entwickeln und mittelst geringerer Steigung, aber auf einem vielleicht dreimal so langen Wege auf die Höhe zu gelangen; wir haben in diesem Falle den Vortheil, die gewöhnlichen Adhäsionsmaschinen zum Betriebe der ganzen Bahn verwenden zu können, allein die Anlagekosten werden infolge der künstlichen Entwickelung voraussichtlich so hoch, dafs die ganze Bahn kein rentables Unternehmen mehr sein dürfte;

2. die Steilrampe zu belassen und mittelst Zahnradlocomotiven zu betreiben. Da hier überhaupt nur Bahnen untergeordneter Bedeutung in Betracht kommen, so dürfte es sich schwerlich lohnen, für die Rampe allein eine Zahnradlocomotive und für die übrigen Strecken Adhäsionsmaschinen im Dienste zu haben; man ist somit gezwungen, auf der ganzen Linie den Betrieb mittelst Zahnradlocomotiven gemischten Systems durchzuführen, welcher in Ermangelung einer vollkommenen Construction zur Zeit noch viel zu wünschen übrig läfst und ebenso, wie die Anlage der Zahnstange, ziemlich hoch zu stehen kommt; oder

3. auf der Steilrampe der Betrieb mittelst Drahtseils. In diesem Falle sind die Kosten für Unter- und Oberbau möglichst gering, die Betriebskraft wird aber in den meisten Fällen schon ziemlich hoch zu stehen kommen und unvermeidlich ist eine höchst nachtheilige Complication des Betriebes, indem aufser der Seilbahn noch jedes Endstück mit speciellen Motoren betrieben werden mufs.

4. Eine letzte und unstreitig vortheilhafteste Lösung ist nun das von Abt ausgearbeitete combinirte Tractionssystem. Bei demselben würde die Strecke AB durch eine gewöhnliche Adhäsionslocomotive betrieben, welche bei einem Dienstgewicht von ca. 12^{t} einen Wagenzug von 18^{t} noch durch die engsten Curven und über Steigungen von wenigstens 40‰ bis an den Fufs der Steilrampe zu befördern vermöchte. Mit Hülfe eines 18^{t} schweren Gegengewichts und der soeben erläuterten Betriebsart wird es aber möglich, den ganzen Zug, Locomotive sammt den 18^{t} wiegenden Wagen auch über die Rampe von 100‰ zu schaffen, worauf die Maschine nun ebenfalls auf dem Stück CD den Dienst versehen kann.

Für die Anwendung dieses Tractionssystems sprechen:

a) die unbeschränkte Beweglichkeit, welche derjenigen des gewöhnlichen Adhäsionssystems sozusagen um Nichts nachsteht;

b) dabei die Möglichkeit, gleichwie bei Drahtseil- und Zahnstangenbahnen, die Bahn ohne künstliche Entwickelung direct dem Terrain anzupassen, somit billig herzustellen;

c) gegenüber den Zahnstangenbahnen speciell tritt hervor der Vortheil der billigeren Beschaffung und Unterhaltung des Motors und der viel billigeren Anlage des Oberbaues, während die Leistungsfähigkeit auf der Steilrampe eine wenigstens ebenso hohe, auf den Adhäsionsstrecken aber eine erheblich gröfsere ist. Die beiden in Deutschland im Betrieb stehenden Zahnradlocomotiven von Wasseralfingen und Oberlahnstein haben ein Dienstgewicht von 11 und 12^{t} und sind im Stande, mit Hülfe der Zahnstange eine Zugkraft von höchstens 3000^{kg} bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von rund 8^{km} pro Zeitstunde auszuüben. Die in obigem Beispiele supponirte gewöhnliche Adhäsionslocomotive von ebenfalls 12^{t} Dienstgewicht zieht unter Anwendung des Abt'schen Tractionssystems eine Bruttolast von $12 + 18 = 30^{t}$ mit 10 bis 12^{km} Schnelligkeit über eine Rampe von 100‰, leistet somit noch mehr als jene Zahnradmaschine, indem die entwickelte Zugkraft etwas über 3000^{kg} und die Fahrgeschwindigkeit gröfser als bei Zahnradmaschinen ist.

Mit Hülfe dieses Tractionssystems wird es also möglich, mit den gewöhnlichen Adhäsionsmaschinen noch auf Steigungen von 120‰ mit Sicherheit jene Last mit einer Geschwindigkeit von ca. 10^{km} zu befördern, welche Zahnradmaschinen von gleichem Dienstgewichte auf eben solcher, und die Adhäsionsmaschinen allein auf halb so starker Steigung zu ziehen vermögen.

Für Steigungen über 120‰ empfiehlt es sich, auch bei diesem Tractionssysteme das Adhäsionssystem zu verlassen und Zahnstange und Zahnradlocomotiven anzuwenden. Alsdann aber wird es möglich, Steigungen bis zu 500‰ zuzulassen, indem selbst unter diesen Verhältnissen eine entsprechend construirte Zahnradlocomotive in Verbindung mit dem Abt'schen Systeme im Stande ist, aufser sich noch einen Zug von ca. 10^t Gewicht fortzuschaffen, d. h. ebensoviel als eine Zahnradlocomotive vom Rigi auf einer Steigung von nur 250‰.

Naheliegend ist, dafs die automatische Ausweichung, welche einen Theil des Abt'schen Tractionssystems ausmacht, für sich allein bereits ein vorzügliches Mittel zur Anlage billiger Seilbahnen z. B. in Steinbrüchen, Erzgruben, bei Hohöfen zum Schlackentransport etc. bildet. Eine Seilebene nach diesem System construirt, bietet selbstverständlich alle jene Vortheile, welche diesem Verkehrsmittel eigen sind, hat aber aufserdem noch den weiteren Vorzug, dafs die Herstellungskosten nahezu auf die Hälfte derjenigen einer gewöhnlichen Seilbahn reducirt werden können.

Eine sehr schöne Anwendung dieses Theils des Systems findet sich bereits in der Schweiz zur Verbindung des Brienzer Sees mit den berühmten Giefsbachfällen, eine andere in der Nähe von Saxon zur Ausbeutung der Marmorbrüche von Saillon. Die dabei in Anlage und Betriebskosten, wie auch hinsichtlich der Betriebsmittel erzielten Erfolge stellen der Anwendung des neuen Systems in allen ähnlichen Fällen ein durchaus günstiges Prognostikon und wird demselben bei Prüfung des besten Mittels für eine neue Bahnanlage unbedingt eine hervorragende Bedeutung beigelegt werden müssen.

Rotations-Druckmaschinen.[1])

Mitgetheilt von Maschinenfabrik Augsburg in Augsburg.
(Hierzu Tafel IV.)

Es darf als bekannt vorausgesetzt werden, dafs man sich in vielen Buchdruckereien, besonders dann, wenn die Aufgabe gestellt war, eine Zeitung so rasch als möglich in das Publikum zu bringen, genöthigt sah, die Handpresse, die einfache Schnellpresse, die Doppelpresse, die vierfache Presse, trotz Vervielfältigung ebener Sätze durch Stereotypie, bei Seite zu stellen, und dieselben durch Maschinen mit rotirenden Cylindern, welche mit Stereotypplatten gepanzert waren, zu ersetzen. So kam man nach und nach seiner Zeit zu den grofsartigen Schnellpressen von Hoe und Applegath, deren sehr complicirte Systeme von Führungsbändern jedoch Mängel zeigten, welche bei der Eile des Zeitungsdruckes oft schwer empfunden wurden. Aufserdem erforderten diese Maschinen ein bedeutendes Bedienungspersonal, wie z. B. in der Times-Druckerei in London s. Z. für jede Zeitungsmaschine allein 8 Mann zum Einlegen der Bogen und 8 Mann zum Abnehmen der bedruckten Bogen.

Hierfür suchte man Abhilfe und fand diese in der Anwendung des sogenannten »endlosen« Papiers beim Druck auf hierfür geeigneten Rotations-Druckmaschinen, letztere so genannt, weil die Druck- und Plattencylinder sich stets in einer Richtung continuirlich drehen und das Papier von einer sich abwickelnden Rolle entnehmen.

Der Druck endlosen Papiers ist zwar schon in den vierziger Jahren in Amerika versucht worden, wo man die Buchdruckmaschine in directe Verbindung mit der Papiermaschine brachte, und später versuchte der Director der Hof- und Staatsdruckerei in Wien, Hofrath Auer, Rollenpapier auf gewöhnlichen Schnellpressen zu bedrucken; doch wurden in beiden Fällen weder dauernde noch günstige Erfolge erzielt. Dies gelang erst dem Amerikaner William Bullock. In England hatte zuerst auf der Weltausstellung in London 1862 ebenfalls ein Amerikaner, Wilkinson, ein Modell einer Maschine zum Druck von endlosem Papier ausgestellt, und dieses soll dem späteren Erbauer (1867 bis 1872) der Walter-Presse, so genannt nach dem Besitzer der »Times«, zum Vorbild gedient haben. Diese Maschine leistet bei gewöhnlichem Gange ca. 12000 beiderseits bedruckte Bogen pro Stunde.

Die ersten Rotations-Druckmaschinen auf dem Continente wurden von der »Times« in London für die Druckerei der »Presse« in Wien 1873 geliefert. Diese zwei Walter-Pressen waren u. A. für die Herstellung des Wiener Weltausstellungs-Katalogs durch den technischen Director der »Presse«, H. Lott, in England angekauft worden.

Der Construction der Walter-Presse ist eine deutsche Fabrik, die Maschinenfabrik Augsburg in Augsburg, bei Herstellung ihrer Rotationsmaschinen gefolgt, und hat zuerst in Deutschland im Jahre 1872 mit dem Bau von Rotationsmaschinen begonnen. Diese Fabrik erschien im Jahre 1873 auf der Wiener Weltausstellung bereits mit einer verkleinerten Walter-Presse, welche indefs nur die Stellung der vier Hauptcylinder mit derselben gemein hatte, im Uebrigen aber wesentliche Aenderungen gegen die Walter-Presse zeigte. Seitdem hat diese Fabrik in gröfserer Anzahl Rotationsmaschinen gebaut, so dafs gegenwärtig die Zahl der bereits abgelieferten und in Arbeit befindlichen Rotationsmaschinen dieser Fabrik vier und sechszig beträgt.

Die Maschinenfabrik Augsburg war nicht blos die erste in Deutschland, welche Rotationsmaschinen baute, sondern sie war auch die erste, deren Rotationsmaschinen dauernd zum Werkdruck verwendet wurden und sich dabei bewährten; Beweis hierfür ist z. B. Meyer's Conversationslexikon, welches im Bibliographischen Institute in Leipzig zum gröfsten Theile auf 2 Rotationsmaschinen dieser Fabrik gedruckt wurde.

Die Rotations-Druckmaschinen treten in so verschiedenen Bauarten gegenwärtig auf, dafs es Manchem, der sich eine solche anschaffen will, schwer wird, die richtige Wahl zu treffen.

Ein Vergleich dieser Maschinen mit einander, sowohl in Bezug auf ihre Bauart und ihre Ausführung, als auch beim Zurichten derselben für den Druck und während des Ganges, wird Aufschlufs geben, welches System den Vorzug verdient.

Vergleich des Walter-Systems mit dem Victory-System.

Die verschiedenen Bauarten von Rotations-Druckmaschinen lassen sich nach der Hauptsache in zwei Systeme eintheilen, deren wesentlichste Unterscheidungs-Merkmale in der Stellung der Druck- und Plattencylinder liegen.

Durch diese wird nämlich die Art und Weise bedingt, in der das Papier durch die Maschine geführt wird, und damit auch principiell deren ganze Construction.

Diese Systeme können nach ihrem ersten Auftreten in Europa als Walter-Systeme und Victory-Systeme bezeichnet werden.

Die zwei Druck- und die zwei Plattencylinder, oder wenigstens drei dieser vier Hauptcylinder liegen bei ersterem senkrecht über einander, bei letzterem horizontal neben einander.

Bei beiden Systemen liegt die Papierrolle rechts, der Falz- oder Auslegeapparat links am Ende der Maschine, und mufs das Papier also von dem einen Ende zum anderen einen der Horizontalrichtung annähernden Lauf machen. Je weniger nun das Papier auf diesem Laufe von der Horizontalen abgelenkt wird, um so mehr ergeben sich Vorzüge für die Maschine und ihre Bedienung.

I. Walter-System.

Rotationsmaschinen dieses Systems gebaut 1868 von Walter, Manager der Druckerei der Times in London; adoptirt von Marinoni in Paris und in hohem Mafse verbessert von der Maschinenfabrik Augsburg.

Die zwei Druck- und die zwei Plattencylinder, oder wenigstens drei dieser vier Hauptcylinder liegen senkrecht über einander, und zwar oben der erste Plattencylinder, darunter der dazugehörige Druckcylinder; unter letzterem der zweite Druckcylinder und der dazugehörige zweite Plattencylinder entweder darunter, wie bei Times-, Marinoni- und

[1]) Dieser Aufsatz war zum Vortrag auf der Hauptversammlung in Stuttgart bestimmt, mufste jedoch wegen Zeitmangels zurückgezogen werden. D. Red.

Rotationsdru

mitgetheilt von Mas

in Au

Walter-System.

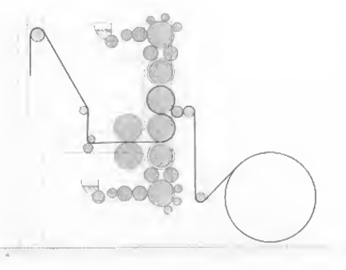
Times, London

Vict

Victory

Grube

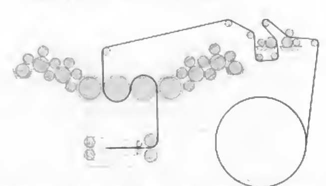
Marinoni, Paris.



...ckmaschinen

...chinenfabrik Augsburg
...sburg.

...ory System



Augsburger Maschinen, oder seitlich von demselben, nach dem der Maschinenfabrik Augsburg patentirten Systeme. Das Papier wird auf seinem Horizontallaufe von der Papierrolle zu dem Ausleg- oder Falzapparat am wenigsten abgelenkt, denn der Ein- und Austritt des Papiers geschieht seitlich der senkrecht über einander stehenden Hauptcylinder. Das Papier macht einen möglichst kurzen Weg, ohne die Hauptcylinder zu überdecken. Der Ausleg- oder Falzapparat ist ringsum zugänglich und nicht durch andere Theile der Maschine verdeckt. Zur Bedienung der Maschinen dieses Systems ist zum grofsen Vortheil keine Grube unter denselben erforderlich.

a) Times in London.

Die Maschine ist nach dem Princip gebaut, die Sätze beim gleichzeitigen Drucke zweier mit 4 Columnen oder Seiten versehener Bogen hinter einander zu legen, anstatt neben einander, wobei durch die gröfseren Cylinderdurchmesser ein besserer Druck erzielt wird. Das Papier wird am oberen Druckcylinder auf dem kürzesten Wege eingeführt.

Das Bremsen der Papierrolle erfolgt mittelst eines an einem Hebel verstellbaren Gewichts.

Der Feucht-Apparat ist für Wasserfeuchtung eingerichtet, das obere Farbwerk liegt links vom oberen, das untere rechts vom unteren Plattencylinder. Die Farbe wird in einer für die Färbung continuirlich druckender Plattencylinder vortheilhaften Weise continuirlich von der Ductorwalze im Farbkasten abgenommen und mittelst einer Pumpe während des Ganges der Maschine in die Farbkästen gebracht, was in jeder Beziehung von Vortheil ist.

Das untere Farbwerk liegt zwischen dem Feuchtapparat und den Druck- und Plattencylindern; dadurch werden letztere nicht hinreichend zugänglich und ist das »Zurichten« erschwert. Das Papier tritt am oberen Druckcylinder ein und am unteren Druckcylinder aus zu den tieferliegenden Schneidcylindern, von da schräg aufwärts, zwischen den Abreifs-Cylindern durch und wird alsdann in einzelne Bogen getrennt, welche durch einen Auslegapparat auf zwei schräge Tische abgelegt werden.

Die Ausführung ist im Allgemeinen solid; die Räder haben schmiedeeiserne Zähne.

b) Marinoni in Paris.

Die Druckplatten liegen hier nebeneinander, anstatt hintereinander, wodurch die Maschine breiter und die Cylinderdurchmesser kleiner werden, was für den Druck nachtheilig ist. Das Papier wird am oberen Druckcylinder eingeführt.

Das Bremsen an der Papierrolle erfolgt mittelst Gewichtes an einem Hebel.

Der Feuchtapparat fehlt; entweder wird ohne Feuchtung gedruckt, oder die Papierrolle wird vor dem Drucken auf einem besonderen Apparat abgewickelt, gefeuchtet und wieder zu einer Rolle aufgewickelt, welche alsdann auf die Rotationsmaschine gebracht wird; diese Methode ist sehr kostspielig und zeitraubend. Das obere Farbwerk befindet sich theils über dem oberen Plattencylinder, theils links desselben; das untere steht theils unter dem unteren Plattencylinder, theils links desselben; dadurch aber, dafs einzelne Theile dieser Farbwerke über und unter den Plattencylindern liegen, wird die Maschine ganz unzweckmäfsig hoch, namentlich höher als die Walter-Presse. Die Farbe wird nur streifenweise von der Ductorwalze im Farbkasten mittelst einer springenden Walze abgenommen, ebenso wie bei nicht continuirlich druckenden Maschinen. Dies ist eine für die Färbung continuirlich druckender Plattencylinder unvortheilhafte Methode.

Das Füllen der Farbkästen erfolgt nicht selbstthätig durch eine Farbpumpe, sondern mufs von Hand geschehen; dies ist beschwerlich und giebt leicht Veranlassung zur Verunreinigung von Bändern und Maschinentheilen.

Das Papier geht vom unteren Druckcylinder ab zu den dicht daneben liegenden Schneidcylindern, bei deren zu grofser Nähe der untere Plattencylinder und das untere Farbwerk leicht durch die beim Schneiden und Perforiren sich bildenden Papierfasern verunreinigt werden.

Die gedruckten Bogen werden entweder zu mechanischen Auslegern oder zu Falzapparaten geführt, bei ersteren werden die Bogen zu 5 gesammelt und auf einen Tisch ausgelegt.

Die Ausführung ist weniger solid, als die der Maschinenfabrik Augsburg. Eisernes Fundament für die Seitengestelle ist nicht vorhanden, und viele Theile sind von Gufseisen anstatt von Schmiedeisen ausgeführt, wie z. B. die Zähne der Räder; die Falzwalzen sind von Holz, anstatt von Eisen.

c) Maschinenfabrik Augsburg.

In vortheilhafter Weise ist hier das Princip angewendet, die Sätze hintereinander, anstatt nebeneinander zu legen, wie letzteres vorherrschend bei französischen Rotationsmaschinen der Fall ist. Dadurch werden gröfsere Cylinderdurchmesser erzielt und infolge dessen besserer Druck. Die eine oder andere der beiden erwähnten Cylinderstellungen wird gewählt je nach der Gröfse des Formats, um für die Maschine eine bequeme Höhe zu erhalten.

Im Vergleich zur Walter- und Marinoni-Presse sind die neueren Augsburger Rotationsmaschinen ganz wesentlich niedriger; bei einer solchen, welche z. B. ganze Bogen von 82^cm^ Höhe druckt und dieselben dreimal, halbe zweimal und Viertelsbogen einmal falzt, liegen durchschnittlich in einer Höhe über dem Fufsboden: Die Mittel der Druck- und Plattencylinder und der Schneidcylinder nur ca. 92^cm^, die Mittel der Walzen am oberen Farbwerk nur ca. 145^cm^, und die Mittel der Walzen am unteren Farbwerk nur ca. 56^cm^. Bei solchen Höhen sind Tritte nicht erforderlich. Für noch gröfsere Maschinen sind die Tritte nicht höher gelegen, als bei Victory-Pressen oder selbst als diejenigen für Bogeneinleger bei gewöhnlichen Druckmaschinen.

Die Maschinenfabrik Augsburg hat das Walter-System vielfach verbessert, besonders ist hervorzuheben:

Das Papier wird nicht am oberen, sondern am unteren Druckcylinder eingeführt, die Schneidcylinder liegen höher und das untere Farbwerk ist nach links seitlich vom unteren Plattencylinder placirt, um die Bogen in entsprechender Höhe dem Auslege- oder Falzapparat zuzuführen.

Der Bremsapparat hat die Verbesserung, dafs mittelst Schraube und Feder jede beliebige gleichförmige Spannung hergestellt werden kann, selbst bei unrund laufenden Papierrollen und bei schwachem Papier.

Die Feuchtung mittelst Dampf hat die Maschinenfabrik Augsburg zum grofsen Vortheil für den Druck zuerst eingeführt; auch bei Gasmotoren-Betrieb, also ohne Dampfkessel, ist die Dampf-Feuchtung in einfacher Weise möglich. Alle Bedenken, dafs hierdurch nachtheiliger Einflufs auf die Maschine selbst oder auf die Walzen oder auf das Local entstehen werde, haben sich als grundlos erwiesen. Die Walzen des Feuchtapparates stehen in Verbindung mit dem Abstellhebel, um beim Stillstand der Maschine das Papier sofort aufser Verbindung mit den Feuchtwalzen zu bringen. Das Papier kann vom Maschinenmeister, seitlich an der Maschine stehend, auf kürzestem Wege durch den Feuchtapparat den Druckcylindern u. s. w. zugeführt werden.

Das Zurichten der Druckcylinder ist sehr wesentlich erleichtert durch den freien Durchgang zwischen dem Feuchtapparat einerseits und den Druck- und Plattencylinder andererseits. Die Druckcylinder sind für harte und weiche Ueberzüge, also für Zeitungs-, Werk- und Illustrationsdruck eingerichtet.

Die Farbwerke sind mit zwei bis sieben Auftragewalzen für jeden der beiden Plattencylinder versehen, je nachdem die Maschinen für Zeitungs-, Werk- oder Illustrationsdruck gebaut sind. Die Auftragwalzen stehen mit den übrigen Walzen der Farbwerke in Verbindung und erhalten die Farbe von je einem Farbkasten. Durch eine Farbpumpe wird die Farbe selbstthätig in die Farbkästen geliefert; für Illustrationsdruck können zwei Farbpumpen für zwei verschiedene Farbsorten angebracht werden.

Die Farbe wird continuirlich von der Ductorwalze im Farbkasten abgenommen und bei Illustrationsdruck mittelst einer patentirten Einrichtung am Farbwerk auf sieben Auftragwalzen übertragen. Die beiden Farbwerke sind, obgleich in verschiedenen Höhen, dennoch infolge der patentirten Cylinderstellung so nahe übereinander gelegen, dafs sie ebenso leicht zugänglich sind, wie beim Victory-System, bei welchem die Farbwerke vorherrschend in gleicher Höhe, aber weit auseinander gelegen sind.

Bei Maschinen für feinen Illustrationsdruck wird sogenanntes Schmutzpapier um den oberen Druckcylinder unter dem zu bedruckenden Papier mitgeführt, um das Abschmutzen beim Wiederdruck zu verhüten; dieses Schmutzpapier wickelt sich selbstthätig von einer eigenen Rolle ab und auf eine zweite Rolle wieder auf. Das bedruckte Papier wird in horizontaler Richtung abgeführt und zwar direct von den Druckcylindern weg, ohne dafs die mit Bildern bedruckte Seite über Walzen oder auf Bändern liegend läuft, die Bilder sind deshalb keinerlei Gefahr ausgesetzt, beschädigt zu werden.

Alle Theile der Maschine sind leicht zugänglich und übersichtlich und wenn der Maschinenmeister bei gröfseren Maschinen auch einen Tritt hoch zu steigen hat, so ist dies belanglos; dagegen ist es beim Victory-System sehr beschwerlich und gefährdend, in die Grube hinein zu kriechen.

Die Augsburger Maschinenfabrik baut Rotationsmaschinen für Zeitungs- oder Werk- oder Illustrationsdruck, oder auch für Zeitungs- oder Werkdruck und gleichzeitig für Illustrationsdruck, mit Benutzung von Stereotyp-, Zink- oder Kupferplatten und zwar in jeder beliebigen Gröfse und jeder möglichen, dem Wunsche des Bestellers entsprechenden Construction, mit Apparat zum Auslegen ungefalzter Bogen, mit oder ohne Sammelvorrichtung, mit oder ohne Bogenvertheiler, oder mit Apparat zum ein- oder mehrmaligen Falzen, oder auch mit der Einrichtung, dafs auf der einen Hälfte der Maschine gefalzt, auf der anderen Hälfte ungefalzt ausgelegt werden kann, ferner für Doppelbogen, ganze, halbe und Viertelsbogen, oder auch mit der Einrichtung zum Falzen der Beilagen in das Hauptblatt, d. i. zum Ineinanderfalzen zweier halber Bogen.

Die Leistungen der drei Rotationsmaschinen, welche Maschinenfabrik Augsburg der Firma Eduard Hallberger in Stuttgart zum Druck von »Ueber Land und Meer«, »Illustrirte Welt« etc. geliefert hat, werden weder von ausländischen noch inländischen Maschinen dieser Art erreicht; das wird von jedem Sachverständigen anerkannt.

Die Augsburger Maschinen falzen am Genauesten von allen Rotationsmaschinen; die Ausführung ist solid und elegant, die Räder haben schmiedeeiserne Zähne, sämtliche Falzwalzen sind von Eisen und nicht von Holz, wie bei anderen Maschinen.

II. Victory-System.

Rotationsmaschinen dieses Systems gebaut 1872 nach der älteren Construction von der Victory Comp. in Liverpool; adoptirt von König & Bauer in Kloster Oberzell; in geänderter Bauart von Derriey in Paris.

Die zwei Druck- und die zwei Plattencylinder, oder wenigstens drei dieser vier Hauptcylinder liegen horizontal neben einander, und zwar rechts neben dem ersten Plattencylinder liegt der dazugehörige Druckcylinder, rechts neben diesem der zweite Druckcylinder; der zu diesem letzteren gehörige Plattencylinder liegt entweder rechts neben dem zweiten Druckcylinder, wie bei den älteren Victory- und bei den König & Bauer'schen Maschinen, oder unter demselben, wie bei den neueren Maschinen von Derriey.

Das Papier wird auf seinem Horizontallaufe von der Papierrolle zu den Falzapparaten in einen Verticallauf abgelenkt, also wesentlich mehr als bei dem Walter-System, denn der Ein- und Austritt des Papieres mufs oberhalb und unterhalb der vier Hauptcylinder in annähernd senkrechter Richtung geschehen. Das Papier hat einen wesentlich längeren Weg zu machen und verdeckt unvortheilhafter Weise das rechts liegende Farbwerk und drei der Hauptcylinder. Der Schneide- und Falzapparat ist durch das linke Farbwerk und drei der Hauptcylinder theilweise in unvortheilhafter Weise verdeckt.

Zur Bedienung ist eine Grube unter der Maschine nöthig, in welche in eventuell gefährdender Weise hineinzukriechen ist; fehlt die Grube, oder ist sie der Localverhältnisse halber nicht herzustellen, so müssen die Hauptcylinder und die Farbwerke in unbequeme Höhe über den Fufsboden gelegt werden.

a) Victory-Comp. in Liverpool.

Bei den älteren Victory-Pressen liegen die vier Hauptcylinder horizontal neben einander.

Unter der Maschine ist eine so tiefe Grube, dafs ein Mann darin stehen kann, um die aus dem Falzapparat austretenden Bogen zu ordnen.

Bei der neueren Victory-Presse liegen die zwei Plattencylinder horizontal nebeneinander, und unter jedem derselben befindet sich, sehr unzweckmäfsig und unzugänglich placirt, der zugehörige Druckcylinder. Auch bei dieser Cylinderstellung ist eine Grube, wenn auch nicht so tief wie bei der älteren, erforderlich. Vorherrschend sind die Maschinen so construirt, dafs die Sätze hintereinander liegen und nicht neben einander. Das Papier wird auf einem langen Weg den Druckcylindern zugeführt.

Das Feuchten des Papieres erfolgt mit Wasser. Das eine Farbwerk liegt links, das andere rechts vom entsprechenden Plattencylinder. Die Farbe wird von der Ductorwalze im Farbkasten nur streifenweise mittelst einer springenden Walze abgenommen; wie schon oben bemerkt, ist dies für continuirlich druckende Plattencylinder unvortheilhaft.

Das Füllen der Farbkästen mufs von Hand in beschwerlicher Weise geschehen, da die Farbpumpe fehlt. Die Druckcylinder sind für das Zurichten und Einziehen des Papiers schwer zugänglich, und kann dies nur von der Grube aus unter der Maschine bewerkstelligt werden. Das Einsteigen und Hantiren in der Grube ist beschwerlich und gefährdend.

Das Falzen erfolgt mittelst sehr complicirter Falz-Cylinder, welche deshalb häufigen Reparaturen unterliegen. Die Ausführung ist nicht solid genug; die Räder sind nur von Gufseisen, anstatt von Schmiedeisen.

b) König & Bauer in Kloster Oberzell.

Hier liegen die zwei Druck- und die zwei Plattencylinder ebenso, wie bei der älteren Victory-Presse, nämlich alle vier Cylinder horizontal neben einander, und zwar die Druckcylinder zwischen den Plattencylindern. Die Sätze liegen hinter einander.

Der Bremsapparat hat zur Herstellung der erforderlichen Spannung des Papiers einen Hebel mit verstellbarem Gewicht, wie es bei den ersten Augsburger Rotationsmaschinen der Fall war; letztere sind jedoch schon seit längerer Zeit mit dem oben erwähnten erheblich verbesserten Bremsapparat versehen. Das Feuchten des Papiers erfolgt nur mit Wasser, nicht in der vollkommenen Weise, wie bei den Augsburger Maschinen. Das Papier mufs von der Rolle weg auf einem langen Wege und in beschwerlicher Weise durch den Feuchtapparat und über das eine Farbwerk den Druckcylindern zugeführt werden; dies ist besonders bei schwachem Zeitungspapier zeitraubend; der Maschinenmeister hat dabei in die Grube hinein zu kriechen, welche unter und längs der ganzen Maschine vorhanden sein mufs. Wo eine solche Grube aber infolge der Localverhältnisse nicht hergestellt werden kann, mufs die ganze Maschine um so viel höher gestellt werden, als die Grube tief ist. Dadurch werden aber die oberen Theile der Maschine infolge der hohen Lage unzugänglich und müssen sehr hohe Stufen angebracht werden.

Die beiden Farbwerke liegen in gleicher Höhe, das eine links, das andere rechts zur Seite des zugehörigen Plattencylinders, sind deshalb aber doch nicht zugänglicher als bei dem verbesserten Walter-System der Augsburger Fabrik, bei welchem das eine höher, das andere tiefer liegt. Die Nachtheile des Victory-Systems sind weitaus überwiegend.

Die Farbe wird continuirlich von der Ductorwalze im Farbkasten abgenommen. Die Farbpumpe fehlt, das Füllen der Farbkästen mufs von Hand geschehen. Die Maschinen sind mit Farbwerken, nur für Zeitungsdruck passend, versehen; Maschinen für Werk- und Illustrationsdruck haben König & Bauer noch nicht gebaut. Das Falzen erfolgt theilweise mit Cylindern, welche, wie schon oben erwähnt, wegen ihrer Complicirtheit häufig Reparaturen unterworfen sind. Die Maschinen sind mit Falzapparaten für Querfalz, für halbe Bogen mit Bogenvertheiler und mit Vertheiler und Vereiniger der Bogen versehen.

Die Räder haben schmiedeeiserne Zähne, die Falzwalzen sind von Holz und nicht von Eisen, wie bei den Augsburger Maschinen.

Manche Theile sind schwer zugänglich und nicht übersichtlich genug; Schneid- und Falzcylinder z. B. und ein Theil des Falzapparates liegen unter den Druck- und Plattencylindern

und unter dem einen Farbwerk, sind deshalb zur Bedienung und bei eintretenden Störungen nur von der Grube aus in gebückter oder liegender Stellung für den Maschinenmeister zugänglich.

c) Derriey in Paris.

Die Druckplatten sind hier ebenso unvortheilhaft, wie bei der Marinoni-Presse, neben einander gelegt und nicht hinter einander. Diese Maschinen haben keinen Feuchtapparat und keine Farbpumpe, keine continuirliche Farbabnahme von der Ductorwalze im Farbkasten und überdies den Nachtheil des Victory-Systems, dafs sie nicht genügend und nur schwer zugänglich sind.

Aufser den aufgeführten Maschinen sind noch welche von einigen anderen Firmen, wie Sigl in Wien und Berlin, Hummel in Berlin, Alauzet in Paris, Ingram in London, Farmer in Salford, Foster in Preston geliefert, bis jetzt aber nur wenige Exemplare, deren mehr oder weniger von diesen beiden erwähnten Systemen abweichende Cylinderstellungen nicht die Vortheile bieten, wie das vervollkommnete Walter-System, so dafs es nicht angezeigt erscheint, hier näher darauf einzugehen.

Ueber die amerikanischen Rotationsmaschinen schreibt Hr. Lott, derzeit in Wien, aus Amerika:

»dafs in der Ausstellung zu Philadelphia 1876 Bullock, welcher der erste war, der das Drucken von der Rolle, worauf Hofrath Auer in der Staatsdruckerei in Wien schon 1858 ein Patent erhielt, zur praktischen Verwerthung brachte, ferner Hoe und Campbell Rotationsmaschinen ausstellten. Bullock führte dasjenige System ein, nach welchem später die Victory-Comp. in Liverpool ihre ersten Rotationsmaschinen baute; Hoe adoptirte dasselbe mit wenigen Aenderungen, während Campbell das Walter-System benutzte.«

Ferner schreibt Hr. Lott:

»dafs in der Philadelphia-Ausstellung vom Jahre 1876 bei der Prüfung amerikanischer und englischer Rotationsmaschinen das System Walter, nach welchem eine dieser Maschinen gebaut war, alle anderen Rotationsmaschinen übertroffen habe, sowohl was die Leistung quantitativ und qualitativ anbetrifft, als auch hinsichtlich der wenigen Störungen durch Aufenthalt und der geringen Maculatur.«

Bei gleicher Gelegenheit schreibt Hr. Lott wörtlich:

»In Betreff der Augsburger Rotationsmaschinen, die ich genau kenne, kann ich nur bedauern, dafs keine derselben ausgestellt ist; ich würde Gelegenheit haben, die Vorzüge dieser ersten deutschen Rotationsmaschine gebührend zu erläutern, ohne im Geringsten gegen mein Gewissen sprechen zu müssen.«

Bei allen vorstehend besprochenen Rotationsmaschinen wird das Papier zuerst bedruckt und nachher die einzelnen Bogen abgeschnitten; dabei können naturgemäfs nur Bogen von einer bestimmten Höhe geliefert werden, entsprechend dem Umfange der Plattencylinder. Schon früher wurden aber auch Maschinen ausgeführt, welche die Bogen zuerst abschneiden und alsdann mittelst Bändern durch die Druck- und Plattencylinder nach dem Falz- oder Auslegapparat führen. Solche Maschinen sind noch vereinzelt in veralteter Construction zu finden, und zwar für eine bestimmte Bogenhöhe ausgeführt.

In neuerer Zeit werden nun solche Maschinen wieder empfohlen z. B. von Derriey in Paris, weil dieselben benutzt werden können, um Bogen von verschiedenen Höhen zu drucken. Diese Construction ist unter allen Umständen entschieden verwerflich für Herstellung guter Druckarbeiten, denn es haften daran naturgemäfs alle Nachtheile, welche Bänderführungen für einzelne Bogen mit sich bringen. — Bei solcher Bogenführung ist es unmöglich, gutes Register zu halten, Faltenlegen der Bogen kann nicht vermieden werden, der Druck ist mangelhaft und infolge von alledem Maculatur sehr grofs.

Dazu kommen noch die grofse Mühe und die Kosten, welche die Bänder verursachen, und die äufserst complicirte Einrichtung, wie sie die veränderliche Bogenhöhe erfordert — auch das häufige Wechseln der Druckcylinder-Ueberzüge ist sehr lästig.

Die Anwendung solcher Maschinen kann deshalb nur dann in Frage kommen, wenn Zeitungen von verschiedener Bogenhöhe darauf gedruckt werden sollen, deren Auflagen so klein sind, dafs es sich nicht lohnt, mehrere Maschinen für jede einzelne Bogenhöhe anzuschaffen. Immerhin dürfte aber dabei Anspruch an guten Druck und wenig Maculatur nicht gemacht werden.

Im Uebrigen hat speciell die Maschine von Derriey für veränderliches Format alle Nachtheile, wie diejenigen für fixes Format, welche oben hervorgehoben sind.

Für alle Fälle sind diejenigen Rotationsmaschinen vorzuziehen, bei welchen das Papier zuerst beiderseitig bedruckt und dann erst in einzelne Bogen abgeschnitten wird, obgleich dabei nur Bogen von einer bestimmten Höhe gedruckt werden können. Diese Maschinen haben den grossen Vortheil der Einfachheit, weil das durch die Maschine laufende Papier keine besondere Bänderführung erfordert, sie halten vorzüglich Register, liefern schönen reinen Druck, und Maculatur kommt gar nicht vor, wenn die Rollen gut gewickelt und von entsprechender Qualität sind.

Diese Maschinen kommen deshalb jetzt allgemein in Anwendung, wo überhaupt Rotationsmaschinen gebraucht werden.

In Bezug auf das von den Rotationsmaschinen verursachte Geräusch ist zu bemerken, dafs dasselbe hauptsächlich von den Falzapparaten herrührt. Die Bogen werden um so genauer gefalzt, je rascher der Falzapparat functionirt, um so lauter wird aber auch das Geräusch.

Ferner sind von Einfluss: die verschiedenartige Leistung der Maschine und deshalb die einfachere oder complicirtere Bauart derselben, die Geschwindigkeit, mit welcher die Maschine arbeitet, um die gewünschte Anzahl Bogen zu liefern, das Alter, die Instandhaltung und Wartung der Maschine, sowie auch die Beschaffenheit des Fundamentes und Gröfse des Locals; gleich ruhiger Gang kann deshalb nicht von allen Maschinen beansprucht werden.

Ueber die im vorhergehenden »Vergleich des Walter-Systems mit dem Victory-System« erwähnten Rotationsmaschinen für Illustrationsdruck, deren drei in der Ed. Hallberger'schen Offizin in Stuttgart in Thätigkeit sind, finden wir in Meyer's Conversationslexikon, dem auch einige der oben erwähnten Notizen entnommen sind, folgende Bemerkung:

»Als gröfste Errungenschaft in der Vervollkommnung des Druckapparates ist die Adoptirung der Rotationsmaschine zum Druck feiner Illustrationen zu betrachten; denn es repräsentirt dieser Fortschritt nicht nur die glückliche Ueberwindung sehr bedeutender technischer, noch vor wenig Jahren für unüberwindlich gehaltener Schwierigkeiten, sondern es wird auch durch ihn beigetragen werden zu immer gröfserer Ausbreitung einer billigen und gut illustrirten Tagesliteratur. Wie die Maschinenfabrik Augsburg das Verdienst besitzt, zuerst zweckmäfsige Rotationsmaschinen in Deutschland und überhaupt auf dem Continente gebaut zu haben, so kommt ihr auch das noch höhere Verdienst zu, diese Art Schnelldruckmaschinen für feinen Druck construirt zu haben, und zwar wiederum als erste auf dem Continente. Erfolglose Versuche in dieser Richtung sind schon 1870 und 1875 in der Druckerei der »Times« in London an der von ihr benutzten Walter-Presse gemacht worden; glücklicher schon war der Herausgeber der »Illustrated London News« Ingram, im Verein mit dem englischen Maschinenbauer Middleton, und eine seiner Rotationsmaschinen für Illustration war 1870 in der Pariser Weltausstellung zu finden, ohne sich dort indessen für praktischen Druck zu bewähren. Auch der berühmte französische Maschinenbauer Alauzet hatte eine solche Maschine construirt und ausgestellt, welche jedoch angesichts der Ausstellung zu spät begonnen, ebenfalls zur Benutzung in der Praxis nicht fertig war. Angeregt durch diese Versuche, namentlich aber auch durch das Verlangen der grofsen Verleger- und Druckerfirma Ed. Hallberger in Stuttgart nach einer Rotationsmaschine für guten Illustrationsdruck, wandte sich die Maschinenfabrik Augsburg der Lösung des schwierigen

Problems, grofse Schnelligkeit mit Reinheit und Schärfe des Druckes zu vereinigen, zu und hat damit in überraschend kurzer Zeit einen bewunderswerthen Erfolg erzielt. Sie hatte als wesentlichen Punkt eine vollkommene, gleichmässige und satte Einfärbung der Druckplatten, sowie ein sicheres Verhüten des Abschmutzens des noch frischen Druckes ins Auge gefasst, und demgemäfs das Farbwerk der Maschine durch Schaffung einer grofsen und vielartig wirkenden Zahl von Reib- und Auftragwalzen zu einem höchst sicher arbeitenden zu gestalten gewufst, während sie das Abschmutzen, d. h. das Uebertragen der noch nicht getrockneten Farbe des ersten Drucks beim Empfang des zweiten Drucks auf dem Druckcylinder, von dem es sich nach und nach wieder auf den durchlaufenden Bogen überträgt und dadurch den ersten Druck verschmiert und verdirbt, vermittelst eines endlosen sogenannten Leerlauf- oder Abziehbogens unmöglich machte.«

Folgende Neuerungen an diesen Maschinen sind patentirt in Deutschland (No. 8321), Oesterreich, Italien, Dänemark, Frankreich, Belgien, England, Amerika:

1. Die ganze Anordnung der Farbwerke.
2. Das Arrangement der Druck- und Plattencylinder, von denen drei senkrecht, der vierte seitlich gelegen ist.
3. Das Arrangement der Farbevertheilung von einem Farbkasten aus auf zwei getrennte Serien von Auftragwalzen, in Verbindung mit einer schraubenförmigen Walze.
4. Die Combination jedes der Plattencylinder mit mehr als 4 Auftragwalzen, die durch Zwischenwalzen mit einem Farbkasten in Verbindung stehen.
5. Die Construction des Bewegungsmechanismus der Walzen.
6. Die Combination des hin- und hergehenden Vertheilers mit den beiden Auslegern.

Um Verunreinigung und Abschmieren des oberen Druckcylinders zu vermeiden, läuft gleichzeitig mit dem zu bedruckenden Papier ein sogenanntes Schmutzpapier mit, welches sich von einer zweiten Papierrolle abwickelt, über zwei Walzen und über den oberen Druckcylinder passirt und von da über zwei weitere Walzen laufend in eine Rolle wieder aufgewickelt wird, mittelst eines patentirten Wickelapparates. D. R.-P. No. 12201.

Bekanntlich fällt der Druck um so besser aus, je langsamer, bis zu einem gewissen Grade, die Maschine läuft. Während man bei Zeitungsdruck die Leistung auf 10000 bis 15000 Bogen, beiderseits bedruckt, pro Stunde bringt, darf die Leistung bei diesen Illustrationsmaschinen nur 3000 bis 6000 Bogen pro Stunde betragen.

Es ist dies indefs eine bedeutend vergröfserte Leistung gegen die bisherige, wobei man auf sogenannten Completmaschinen, mit Leerlaufbogen arbeitend, im gleichen Zeitraume nur 700 bis 800 beiderseits bedruckte Bogen bei einem Personal von sieben Personen an jeder Maschine druckte, während die Augsburger Illustrationsmaschine zu sorgfältigster Bedienung bei ca. fünffacher Leistung nur 4 bis 5 Personen erfordert.

Die Rotationsmaschinen werden heut zu Tage für alle möglichen Formate und so gebaut, dafs die bedruckten Bogen als ganze, halbe oder Viertelsbogen, einzeln oder in einander gefalzt, oder ungefalzt die Maschine verlassen. So entnehmen wir aus einem Prospect und Verzeichnifs der von der Maschinenfabrik Augsburg gelieferten Rotationsmaschinen, dafs letztere bei 64 Rotationsmaschinen 41 verschiedene Formate und 21 verschiedene Constructionen aufzuweisen hat.

Von diesen 64 Rotationsmaschinen der Maschinenfabrik Augsburg kommen:

46 Stück auf Deutschland,
13 » » Oesterreich-Ungarn,
3 » » Rufsland,
1 » » Java (Batavia),
1 » » Schweiz.

Was die Betriebskraft der Rotationsmaschinen betrifft, so haben Versuche, welche von Seiten der Maschinenfabrik Augsburg mit dem Dynamometer und dem Dampf-Indicator vorgenommen wurden, ergeben, dafs je nach Gröfse und ständlicher Lieferung dieselbe 2 bis 6 Pferdekräfte, bei complicirten Rotationsmaschinen, welche z. B. neben dem Falzapparat auch noch einen Auslegeapparat für ungefalzte Bogen, und ein für Illustrationen eingerichtetes Farbwerk mit gröfserer Anzahl Walzen haben, wohl auch 8 bis 9 Pferdekräfte beträgt.

Zum Betriebe von Rotationsmaschinen ist es nöthig, dafs Dampfmaschinen verwendet werden, welche gute Regulirvorrichtung haben, um immer mit gleicher Tourenzahl laufen zu können. Es ist dies besonders dann erforderlich, wenn neben Rotationsmaschinen auch noch andere Druckmaschinen, bei welchen einzelne Bogen von Hand eingelegt, und welche häufig an- und abgestellt werden, im Betriebe sind. Durch ungleichen Gang der Druckmaschinen wird eine nicht unbedeutende Menge Maculatur erzeugt und sonstige nachtheilige Einflüsse für die Druckmaschinen herbeigeführt. Am besten eignen sich für gröfsere Druckereien erfahrungsgemäfs Dampfmaschinen mit Präcisionssteuerungen, wie z. B. die Ventilmaschinen, deren die Maschinenfabrik Augsburg bereits für eine Anzahl Buchdruckereien mit bestem Erfolge geliefert bzw. in Arbeit hat.

Mittheilungen über die internationale Ausstellung von Apparaten und Einrichtungen zur Vermeidung des Rauches (International exhibition of smoke preventing appliances) in London 1881.

Von C. Bach

vorgetragen in der Sitzung des Württembergischen Bezirksvereines vom 20. Januar 1882.

Die Dauer dieser Ausstellung war ursprünglich auf die Zeit vom 24. October bis 26. November festgesetzt; ihre Eröffnung fand jedoch erst Ende November statt, ohne dafs man, wie es scheint, die Verschiebung bekannt gemacht hatte, infolge dessen nicht wenige Ausländer viel zu früh nach London reisten.

Der Charakter der Ausstellung ist in Wirklichkeit kein internationaler, sondern ein specifisch englischer. Von einer Betheiligung des Auslandes darf kaum gesprochen werden; 6 Seiten hat der Katalog für dieses gegenüber 120 Seiten für das eigene Land. Auch ist die Ausstellung schliefslich mehr eine allgemeine Vorführung von Feuerungen und Heizungseinrichtungen geworden, als eine Ausstellung von solchen Feuerungen, in welchen der Entstehung von Rauch, wenn nicht ganz, so doch nach Möglichkeit vorgebeugt wird. Das Executiv-Comité hat dem selbst Ausdruck verliehen, indem es die Einladungsplacate, welche früher lauteten: exhibition of smoke preventing appliances, umänderte in: exhibition of heating and smoke preventing appliances.

Der weitaus gröfste Theil der ausgestellten Gegenstände bezieht sich auf die häuslichen Kaminfeuerungen, überhaupt Feuerungsanlagen für Haushaltungszwecke, nur ein verhältnifsmäfsig geringer Theil auf Feuerungen für gewerbliche oder rein technische Zwecke, d. h. auf diejenigen Feuerungsanlagen, an welche man in Deutschland in erster Linie zu denken pflegt, wenn von Rauchvermeidung gesprochen wird. Versuche wurden in der Ausstellung nur an Haushaltungsfeuerungen (Kaminen) vorgenommen, zu welchem Zwecke ein möglichst einfaches Testing-house errichtet worden war.

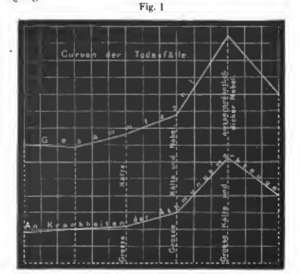
Zur Beurteilung dieser Verhältnisse, sowie mit Rücksicht auf die in einigen Gegenden Deutschlands, insbesondere auch bei uns, neuerdings sich bemerkbar machende Bewegung für Eingreifen der Staatsgewalt gegenüber den Verunreinigungen der Atmosphäre erscheint es angezeigt, vor Besprechung der Wege, welche bei den ausgestellten Gegenständen behufs Fernhaltung des Rauches eingeschlagen sind, einen Blick auf die Entstehungsgeschichte der Ausstellung, sowie auf die das Rauchen betreffende englische Gesetzgebung zu werfen.

Ende Januar und Anfangs Februar 1880 wurde London durch Nebel von ungewöhnlicher Dichte (besser Dicke und und Schmutzigkeit) heimgesucht. Der Einflufs derselben auf die Sterblichkeit war ein ganz bedeutender, wie die folgende Zusammenstellung erkennen läfst, welche ich der Broschüre: London Fogs by R. Russel, F. M. S., London 1880 entnehme.

Woche, endigend	Wetter	Todesfälle: Gesammtzahl	Ueber od. unter dem Durchschnitt	An Krankheiten der Athmungswerkzeuge	Ueber od. unter dem Durchschnitt
10. Januar	—	1754	— 76	455	— 40
17. „	—	1730	— 30	512	— 42
24. „	Grofse Kälte	1900	+ 139	559	+ 104
31. „	Grofse Kälte und Nebel	2200	+ 607	757	+ 341
7. Februar	Grofse Kälte, aufserord. dicker Nebel	3376	+1657	1557	+1118
14. „	—	2495	+ 730	1020	+ 551

Zur Hervorhebung seien noch die Curven der Todesfälle beigefügt.

Fig. 1



British Medical Journal sagt hierüber: »Die jährliche Sterblichkeitszahl für diese Woche (für die am 7. Februar endigende, also für die Periode des dicksten Nebels) war 48,1 pro Tausend der geschätzten Bevölkerung, während in 19 Provinzialstädten diese Ziffer 26,3 nicht überschritt. Die letzte Kälte war in anderen Theilen des Landes ebenso grofs wie in London; es ist deshalb zu schliefsen, dafs die abnorm bedeutende Sterblichkeit in der Hauptstadt mehr dem Nebel, welcher local war, zugeschrieben werden mufs, als der Kälte, welche allgemein herrschte. — — —

Es ist der Rauch, welcher die Londoner Nebel so verderblich macht.«

Angesichts dieser Wirkung [1]) der schmutzigen Nebel Londons, deren unangenehmen Einflufs auf die Athmungsorgane übrigens Jeder, auch der Gesunde, in Erinnerung behält, der diese Atmosphäre jemals geathmet hat, erhob sich nun eine auf die Vermeidung des Rauchens der Feuerungen gerichtete Agitation, die seitens der National Health Society und der Kyrle Society 1880 zur Einsetzung eines Comités führte, dessen Berathungen nach Abhaltung verschiedener Meetings die Ausstellung zur Folge hatten.

Einer der ersten Schritte des Comités war die Festellung des gegenwärtigen Standes der Gesetzgebung, welche sich auf die Fernhaltung des Rauches bezieht. Aus dem vom rechtsgelehrten Mitgliede des Comités J. L. Whittle erstatteten Bericht geht Nachstehendes hervor.

Es existirt kein Gesetz, welches die Erzeugung von Rauch in Feuerungen für Haushaltungszwecke verbietet, es sei denn, dafs in einem speciellen Falle eine Feuerung durch ihren Rauch zu einer Schädigung von Personen führe (become a nuisance to one or more individuals). Sollte sich ein solcher Fall ereignen, so würde er gerichtlich nach dem gewöhnlichen Gesetz über Schädigungen (ordinary law of nuisance) zu behandeln sein; besondere Bestimmungen hierfür bestehen nicht.

Dagegen hat sich die Gesetzgebung ziemlich stark und oft damit beschäftigt, die Verbreitung von Rauch und Dämpfen in Schranken zu halten, insofern dieselben aus Anlagen für Technik und Gewerbe entweichen.

The Railway Clauses Consolidation Act, 1843, 8 and 9 Vic.: c. 20, sec. 114 sagt:

> Jede Locomotive, in welcher Kohle oder anderes ähnliches Brennmaterial verwendet wird, soll so gebaut sein, dafs sie ihren eigenen Rauch consumirt. Strafe £ 5. Summarisches Verfahren.

The Towns Improvement Clauses, 1847, 10 and 11 Vic.: c. 34, sec. 108 spricht aus:

> Jede Feuerung, welche nach dem Passiren dieses Acts gebaut wird, und welche für eine gewerbliche Anlage (used in the working of engines by steam, or in any mill, factory, dyehouse etc.) benutzt wird, mufs so eingerichtet sein, dafs sie den erzeugten Rauch consumirt bei einer Strafe von 40 sh.

Public Health Act, 1875, 38 and 39 Vic.: c. 55, sec. 91, sub-sec. 7, bestimmt:

> Irgend eine Feuerung, welche den aus der Verbrennung des benutzten Brennstoffes entstehenden Rauch nicht soweit als ausführbar consumirt, und welche für technische oder gewerbliche Zwecke benutzt wird (which is used for working engines by steam or in any mill, factory, dyehouse, brewery, bakehouse or gaswork, or in any manufacturing or trade process whatsoever) und irgend ein Schornstein mit Ausnahme derjenigen für Privatwohnhäuser (any chimney not being the chimney of a private dwelling house), welcher starken schwarzen Rauch in solcher Quantität in die Atmosphäre sendet, dafs eine Schädigung eintritt (sending forth black smoke in such quantity as to be a nuisance) soll als Schädigung angesehen und summarisch behandelt werden, mit der Bestimmung, dafs der Beklagte freizusprechen ist, sobald der Gerichtshof die Ueberzeugung gewonnen hat, dafs die in Frage stehende Feuerung so gebaut ist, um ihren Rauch — soweit als mit Rücksicht auf die Natur der Fabrikation oder des Processes ausführbar — zu consumiren, und dafs die Bedienung der Feuerung seitens der damit beauftragten Person eine sorgfältige gewesen ist.
>
> Sec. 92 macht es den Localbehörden zur Pflicht, ihren District zu überwachen und den Bestimmungen dieser Acte und denjenigen früherer, das Rauchen von Feuerungen betreffender Acte Geltung zu verschaffen.
>
> Sec. 94. Wenn die Localbehörde auf Grund der erlangten Kenntnifs von dem Vorhandensein einer Schädigung überzeugt ist, hat sie die Befolgung des Gesetzes innerhalb einer festzustellenden Frist zu fordern.
>
> Sec. 95. Wenn dem nicht nachgekommen wird, oder wenn der alte Zustand wieder eintritt, erfolgt Vorladung vor den Richter und Bestrafung. £ 5.

Vor dem Passiren der Public Health Act, welche für das Königreich mit Ausnahme des hauptstädtischen Districts gilt, sind verschiedene, die Fernhaltung des Rauches in dem letzteren betreffende Bestimmungen erlassen worden; die bemerkenswerthesten sind in der Smoke Nuisance (Metropolis) Act, 1853 enthalten. Diese schreibt vor, dafs Feuerungen für gewerbliche Zwecke in allen Fällen so gebaut, bezw. so umgeändert werden müssen, dafs sie ihren eigenen Rauch consumiren.

[1]) Dieselbe wird übrigens kaum voll auf Rechnung des Rauches, d. h. auf Rechnung der Producte einer unvollkommenen Verbrennung gesetzt werden dürfen. Der starke Gehalt der Nebelluft an Kohlensäure, dem Producte einer vollkommenen Oxydation des Kohlenstoffs, wird nur nachtheilig auf die Gesundheit einwirken können. Auch die bei vollkommener Verbrennung von Kohle oder Coks entstehenden Schwefelgase werden in dieser Richtung Einflufs nehmen. Die Frage, bis zu welchem Grade durch Fernhaltung des Rauches den Nebeln ihre die Gesundheit gefährdende Wirkung benommen wird, zu entscheiden, kann nicht Sache des Technikers sein. Soviel ist jedoch sicher, dafs die Atmosphäre um so weniger schädliche Bestandtheile enthalten kann, je vollständiger die in dem Brennmaterial niedergelegte Wärme nutzbar gemacht wird. Damit erscheint die Aufgabe des Technikers auch in sanitärer Beziehung festgestellt.

Glashütten (glassworks), welche Dampfmaschinen nicht gebrauchen, sind hiervon ausgenommen. Auf der Themse verkehrende Dampfschiffe müssen in ihren Feuerungen so gebaut sein, dafs der entstehende Rauch verbrennt. Dabei ist gesagt, dafs die Worte »consume or burn« nicht bedeuten, dafs »all the smoke« consumirt werden soll, sondern dafs es genüge, wenn der Rauch soweit als möglich consumirt oder verbrannt wird.

Dieses Gesetz wurde erweitert durch die Smoke Nuisances Amendment Act 1858. Hieran schlofs sich die Alkali Act, 1863 und die Nuisances Removal Act, 1866.

Ueber den Erfolg und über die Handhabung dieser Acte seitens der Polizei spricht sich Mr. Whittle nicht ganz befriedigend aus. Er deutet das eigentlich ganz Selbstverständliche an, dafs die 645 000 Wohnhäuser Londons mit rund 4 Millionen Feuerstellen, in denen fast ausschliefslich Kohlen und noch dazu meist in verschwenderischer Weise (Kaminfeuerungen, niedrige Kohlenpreise) verzehrt werden, in die Gesetzgebung einbezogen und nicht besonders ausgenommen werden sollten, wie das der Fall ist.

Im vollen Bewufstsein der Schwierigkeiten und möglichen Consequenzen eines solchen Schrittes scheint man geglaubt zu haben, es zunächst mit der moralischen Einwirkung der Ausstellung, der öffentlichen in ihr gehaltenen populären Vorlesungen, der Publikation von Broschüren u. s. w. auf die Vorstände der Haushaltungen und auf die Hausbesitzer versuchen zu sollen. Daher wohl auch die Herbeiziehung des anderen Geschlechtes zum Comité, in welchem es durch sieben Mitglieder vertreten ist. Von diesem Gesichtspunkte aus läfst sich der eigenartige Charakter der Ausstellung leicht erklären. Es galt eben in erster Linie, einer Londoner Calamität, die ihren Grund mehr in den Haushaltungsfeuerungen, als in den Feuerungsanlagen für industrielle Zwecke hat, beizukommen. Daher darf man wohl auch bezüglich der durch das auswärtige Amt und durch das Programm des Comités angekündigten Versuche, wenigstens soweit gewerbliche Zwecke in Betracht kommen, keine grofsen, wenn überhaupt, Erwartungen hegen. Im Büreau der Ausstellung war man ca. drei Wochen nach Eröffnung der Ausstellung weder über den Ort noch über die Zeit der Versuche für industrielle Zwecke, wie sie der Catalog p. XXX unter 2 aufführt, orientirt.

Wenn es einerseits nicht umgangen werden durfte, die Einseitigkeit der Ausstellung, an welche nach Allem mit gewissen Erwartungen heranzutreten war, hervorzuheben, so kann auch andererseits den Bestrebungen, welche zu derselben führten, den Arbeiten, die im Interesse derselben aufgewendet worden sind, sowie einem Theile der ausgestellten Gegenstände rückhaltslose Anerkennung gezollt werden.

Inhalt der Ausstellung, insoweit sie die Vermeidung des Rauchens, die Erzielung einer vollkommenen Verbrennung im Auge hat.

Hierbei soll abgesehen werden von einer Besprechung der natürlich in verschiedenen Formen ausgestellten Roststäbe, Schornsteinaufsätze, sowie von der Erörterung solcher Vorrichtungen, wie sie z. B. Wery aus Paris in seinem smoke consuming chimney ausgestellt hatte. (Durch Mischung der Verbrennungsproducte mit kalter Luft im Schornstein soll der Rauch aufgezehrt und gleichzeitig der Zug erhöht werden.)

Die Wege, welche zur Vermeidung des Rauches in den Ausstellungsgegenständen eingeschlagen wurden, sind folgende:

A. Verwendung von Anthracit, Coks.
B. Verwendung gasförmigen Brennstoffs allein oder in Verbindung mit Coks, Anthracit.
C. Benutzung der Elektricität als Wärmequelle.
D. Mechanische Zuführung der Kohle nach dem Planroste.
 I. Diese Zuführung erfolgt von oben oder von der Seite.
 II. Diese Zuführung erfolgt von unten nach oben.
E. Einrichtungen des Rostes, welche Erleichterungen bei der Reinigung desselben bieten und die Nothwendigkeit, die Feuerthür zu öffnen, weniger oft eintreten lassen sollen, soweit solche nicht bereits im Früheren zu nennen waren.
F. Zuführung des Brennmaterials in verschiedenen Höhen des geneigten Rostes.
G. Einwirkung glühender Körper (Mauerwerk, Asbest, Gase) auf die Producte unvollkommener Verbrennung.
H. Zuführung von mehr oder minder erwärmter Luft, indem diese vor Eintritt in den Verbrennungsraum heifses Mauerwerk, heifse Metallkörper (eiserne Feuerbrücken, Röhren, hohle Roststäbe u. s. w.) bespült.
J. Zuführung von Wasserdampf in den Verbrennungsraum.

A. Verwendung von Anthracit, Coks.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dafs die Verbrennung von Anthracit oder Coks nicht jene rauchenden Schornsteine und deren Consequenzen im Gefolge hat, welche die Verbrennung der gewöhnlichen bituminösen Kohle zu liefern im Stande ist. Man weist in England auf die grofsen amerikanischen Städte hin, in denen vorzugsweise Anthracit zur Verwendung gelangt und die deshalb frei seien von jener schmutzigen Atmosphäre, welche in den grofsen Städten Englands zu finden ist. Dieses Beispiel insbesondere scheint Veranlassung geworden zu sein, dafs man jenseits des Canals stark für die allgemeine Benutzung von Anthracit eintritt. Infolge dessen hat sich derselbe unter dem populären Namen »smokeless coal« auch auf der Ausstellung in den Vordergrund gestellt.

Der Verwendung dieser »rauchlosen« Kohle für die häuslichen Kaminfeuerungen tritt der Umstand hinderlich in den Weg, dafs sie zur Verbrennung lebhaften Zuges und zur Entzündung einer hohen Temperatur bedarf. Die Aussteller der Anthracitkohle fügen deshalb der Empfehlung ihres Gegenstandes in der Regel eine Gebrauchsanweisung über die Behandlung bei, wählen auch, wie mir scheint, für Haushaltungszwecke einen Anthracit, bei welchem die genannten Schwierigkeiten nicht zu grofs sind.

Bei Coks liegen die Verhältnisse ähnlich.

Jedenfalls müssen die Bestrebungen, Anthracit und Coks da zu verwenden, wo das rationeller Weise geschehen kann, als richtig bezeichnet werden. Wesentlich kommt hierbei in Betracht, dafs diese Materialien nur in beschränkter Menge — Anthracit in manchen Kohlenländern überhaupt nicht — zur Verfügung stehen.

B. Verwendung gasförmigen Brennstoffs allein oder in Verbindung mit Coks, Anthracit.

Es ist Ihnen bekannt, dafs sich bei Verwendung der Brennmaterialien in gasförmigem Zustande nicht blos die verfügbare Wärme derselben (bei hoher Temperatur der Verbrennungsproducte) am vollständigsten nutzbar machen läfst, sondern dafs auch in solchen Gasfeuerungen eine rauchfreie Verbrennung erzielt werden kann. Es ist Ihnen weiter bekannt, wie aus diesen Gründen die Einführung der Gasfeuerungen so entschiedene Fortschritte gemacht hat, dafs sich unsere besseren Dampfkesselfeuerungen, sofern sie nicht volle Gasfeuerungen sind, diesen mehr und mehr genähert haben; daher ihre Bezeichnung als Halbgasfeuerungen. Wenn nun neuerdings der schon vor langer Zeit von W. Siemens gemachte Vorschlag[1]), den Haushaltungen und der Industrie, sofern diese sich nicht selbst Generatoren anlegt, Heizgas ebenso zuzuführen, wie das jetzt mit dem Leuchtgas geschieht, infolge der Antirauchbewegung in England wieder aufgenommen wird, so kann hierin nur die consequente Verfolgung eines richtigen Princips erblickt werden, das früher oder später zur Durchführung gelangen mufs.

Von Interesse ist der weitere Vorschlag von Siemens[2]), Gasgeneratoren in den Kohlengruben anzulegen, um so die Hebungs- und Transportkosten der Kohle zu sparen. Glasgow mit seinen anstofsenden Kohlenfeldern hält er für besonders geeignet, diese Idee zur Ausführung zu bringen. Billiges Brennmaterial, Befreiung der Strafsen von dem unangenehmsten Theile des Verkehrs, reine Atmosphäre würden die Folge sein.

W. Siemens war auch der Erste, welcher der englischen Vorliebe für Kamine in durchaus rationeller Weise zu Hülfe kam. In den Kaminfeuerungen findet bekanntlich eine sehr

[1]) Bereits 1863 war es W. Siemens gelungen, die Behörden von Birmingham für die Sache zu interessiren; leider ging die auf Versorgung der Stadt mit Heizgas gerichtete Bill im Parlament nicht durch. Auch für Berlin hat man später ein ähnliches Project ausgearbeitet; woran die Ausführung gescheitert, ist mir nicht bekannt.

[2]) Siehe dessen Vortrag: Gas and Electricity as heating agents, gehalten in Glasgow 1881.

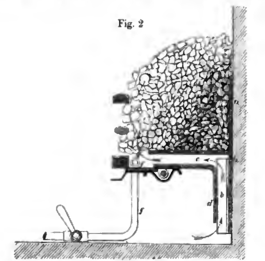
schlechte Ausnutzung des Heizvermögens des Brennmaterials statt; daher kolossale Massen des letzteren verschwendet, also grofse Mengen von Destillations- und Oxydationsproducten unnützer Weise in die Luft geschickt werden. Das Rauchen läfst sich bei Verwendung von bituminöser Kohle und von Holz in den Kaminfeuerungen nicht vermeiden. Gegen die Verwendung von Coks lehnt sich die englische Gewohnheit, welche eine lebhaft flackernde Flamme fordert, auf; aufserdem aber verlangt, wie bereits erwähnt, die Entzündung des Coks eine für Kaminfeuerungen hohe Temperatur, eine Eigentümlichkeit, welche, wie schon unter A. ausgesprochen, auch der Anthracit hat. Davon ausgehend, dafs die von glühendem, festem Brennmaterial ausgesandten Wärmestrahlen das Angenehme der Kaminfeuer-Wärme bilden, erschien gasförmiges Brennmaterial ohne weitere Zugabe nicht zulässig. Siemens construirte deshalb 1880 einen jetzt schon in grofser Zahl ausgeführten Kamin, in welchem Gas und Coks oder wenig bituminöse Kohle (smokeless coal) gebrannt wird. Dieselbe ist rauchfrei und functionirt auch in wirthschaftlicher Beziehung befriedigend. Siemens giebt an, dafs ein gegen Norden gelegenes Zimmer von rund 7200 Cubikfuss engl. Raum während 66 Tagen zu je 8 Stunden forderte:

	£	sh.	d.
4100 Cubikfufs Gas	—	14	4
1112 engl. Pfund Coks . . .	—	9	—
581 » » smokeless coal	—	5	2
Summa	1	8	6

d. i. 44 ₰ pro Tag. Die Heizung des alten Kohlenkamins stellte sich um 20 bis 25 pCt. theurer und war weniger vollkommen.

Fig. 2 läfst die Einrichtung dieses Kamins erkennen. Die eiserne Feuerplatte *c* ist durch Nietung mit der starken Kupferplatte *a* verbunden. Das Gasrohr *f* (13mm) besitzt Löcher von ca. 1,5mm Weite in ca. 40mm Entfernung und ruht auf der gebogenen Platte *d*, welche mit *a* und *c* einen Canal von ca. 25mm Breite bildet. In dem letzteren befindet sich ein

Fig. 2



gewelltes Kupferblech *b*, welches durch Abgabe von Wärme einen Luftstrom erzeugt, der vorgewärmt (nach Siemens bis über 320° C.) in den Bereich der Verbrennung tritt. Durch die Klappthüre *e* läfst sich die Asche beseitigen, welche in den Canal *c* gelangt sein sollte. Eine Feder hält *e* für gewöhnlich geschlossen.

Fig. 3 zeigt eine in den Anlagekosten billigere Einrichtung. Die Winkelplatte *a* ist von Gufseisen und trägt vorstehende Rippen *b* (an Stelle der Wärme aufnehmenden und an die Luft wieder abgebenden gewellten Kupferplatte *b* der Fig. 2). Der horizontale Theil von *a* ist an der vorderen Seite mit ausgezackten Oeffnungen *c* versehen und bildet so eine Art Rost.

Die Verwendung von Gas allein in Kaminfeuerungen ist übrigens nicht neu. Solche Gaskamine werden oft so ausgeführt, dafs sich an der dem Zimmer zugekehrten Seite verdeckt ein Gasrohr befindet, das nach hinten mit Löchern versehen ist. Das hier ausströmende Gas wird entzündet und sendet nun Licht- und Wärmestrahlen auf eine gewellte Platte von Kupfer, Messing u. s. w., welche sie mehr oder weniger vollständig in das Zimmer zurückwirft. Man mufs zugeben, dafs unter den ausgestellten Kaminen dieser Art sehr wirkungsvolle waren. Um den Eindruck glühenden, festen Brennstoffes zu erzeugen, bringt man wohl auch durch die

Fig. 3

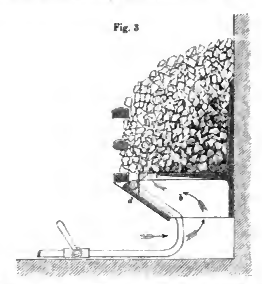
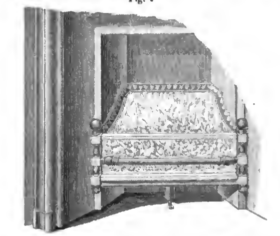


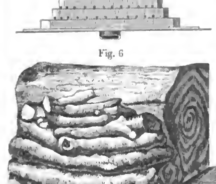
Fig. 4



Gasflämmchen Asbest zum Glühen (s. Fig. 4, Hislop's Asbestfeuer, dessen Unterlage der in Fig. 5 skizzirte und mit Asbest zu überdeckende Brenner bildet), oder man läfst das Gas aus Thonkörpern, welche Holzstücke (s. Fig. 6, Imitation Wood Fire von John Wright & Co., Essex Works, Broad Street, Birmingham) oder Kohle darstellen, austreten und zur Verbrennung gelangen. Hierher gehören auch diejenigen Gasfeuerungen, bei welchen Drahtgewebe mit eingeflochtenen Platindrähten zum Glühen gebracht werden.

Fig. 5

Fig. 6



Die Ausstellung zeigte eine grofse Anzahl derartiger Gaskamine; ferner eine bedeutende Zahl von Gasöfen zum Heizen und Ventiliren, sowie zum Kochen. Zu constatiren ist, dafs jedenfalls in England und wahrscheinlich auch in den anderen Ländern in Kaminen die Verwendung gasförmigen Brennstoffs für Haushaltungszwecke entschiedene Fortschritte gemacht hat.

Dem Umstand entsprechend, dafs die Benutzung des Brennmaterials in Gasform für industrielle Feuerungen schon ziemlich verbreitet ist und mehr und mehr Eingang findet, hatten sich auch Gasgeneratoren auf der Ausstellung eingefunden.

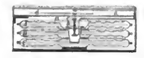
Ferner war in derselben drastisch auf den Vorzug der Gasmotoren vor den Dampfmaschinen aufmerksam gemacht. Photographien, welche die Verwüstungen zeigten, die durch Explosionen von Dampfkesseln verursacht wurden, mit Angabe der Zahl der getödteten und verwundeten Opfer, (natürlich waren das immer grofse Ziffern) standen neben oder vor den Gasmotoren!

Dieselben können insofern als zur Ausstellung gehörig betrachtet werden, als bei ihrer Verwendung die Dampfkesselfeuerung und damit auch der voraussichtlich in dieser entstehende Rauch fortfällt. Sie verdienen auch schon deshalb alle Beachtung, weil sie selbst bei Verwendung von Leuchtgas, welches durch Besteuerung vertheuert wird, wie das z. B. in unserer Stadt der Fall ist, für kleinere Leistungen wirthschaftlicher sind, als eine entsprechende Dampfkessel- und Dampfmaschinenanlage.

(Schluss folgt.)

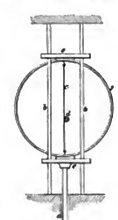
Apparate zum Reguliren, Messen und Wägen.

Neuerungen an Metallbarometern und -Manometern. J. D. Möller in Wedel (Holstein) fertigt Metallbarometer und -Manometer, bei welchen zur Uebertragung der Bewegungen der Metallmembran auf den Zeiger eine steilgängige Schraube mit Mutter benutzt wird, wie aus nebenstehender Figur zu ersehen. Möller benutzt die zur Vermeidung des todten Ganges nothwendige Spiralfeder gleichzeitig zur Ersparung der einen Lagerung, indem er die Zeigerspindel an dieser Feder so aufhängt, dafs die Spindel stets in das obere Achatlager *i* eingedrückt wird. Zu den Barometern verwendet er eine Anzahl von über einander angeordneten Aneroid-Dosen, die mit ihren Rändern unter einander verbunden sind und deren Räume mit einander communiciren. Auf diese Weise wird eine grofse Bewegung der Mutter und infolge davon ein grofser Zeigerausschlag erzielt. — Der Mechanismus ist entschieden höchst einfach, aber es wird sich fragen, ob er den für Vermessungsarbeiten erforderlichen Grad von Empfindlichkeit besitzen wird. Für Apparate zum gewöhnlichen Gebrauch ist er sicher ausreichend. (D. R.-P. Kl. 42, No. 15536.)

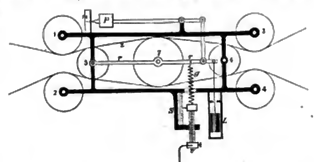


L. Burmeister in Breslau hat sich eine Anordnung für Metallmanometer patentiren lassen, bei welcher die Spitze des Zeigers über eine spiralförmig auf dem Zifferblatt angebrachte Skala gleitet. Hierdurch kann man der Skala eine fast beliebige Ausdehnung geben und kann, wenn sonst die messenden und übertragenden Theile die genügende Empfindlichkeit besitzen, noch recht kleine Bruchtheile von einer Atmosphäre ablesen. Die constructive Einrichtung ist folgende. Die Zeigerwelle trägt an der Stirn zwei Zapfen, welche in einen Schlitz des Zeigers eingreifen, ihn mitnehmen und so zwingen, an den Rotationen der Welle theilzunehmen. Gleichzeitig greift ein an dem Zeiger befestigter Stift in eine spiralförmige Nute auf dem Zifferblatt ein und ertheilt dem Zeiger eine solche Bewegung entlängs seinem Schlitze, dafs seine Spitze genau der spiralförmigen Skala folgt. Der Vortheil des Systems liegt auf der Hand; immerhin ist aber nicht zu verkennen, dafs die Reibungswiderstände an den Stiften nicht unerheblich sein werden, so dafs wir dem Apparat vorwiegend eine Verwendung bei grofsen Spannungsdifferenzen zusprechen können. (D. R.-P. Kl. 42, No. 15541.)

Mikrobarometer. Der so benannte Apparat von E. Wolff in Hamburg überträgt das Spiel der Quecksilberoberfläche im kurzen Schenkel eines Heberbarometers durch einen Schwimmer mittelst eines gleichmässig gespannten Fadens auf eine Zeigerwelle. Der Apparat als Ganzes hat gar keinen Werth und keine Aussicht auf praktische Verwendbarkeit. Aber die Construction der Uebertragung ist so einfach, dafs sie verdient, öfter angewendet zu werden; sie ist nebenstehend abgebildet. Der Faden *c* ist zwischen zwei Gleitstücke *e e* eingespannt, welche durch die ringförmige Blattfeder *f* verbunden sind. Dieses Rahmenwerk ist durch die Gleitstangen *bb* gerade geführt und empfängt seine Bewegung durch die Schubstange *a*. Der durch die Feder in gleichmäfsiger Spannung erhaltene Faden ist um die Zeigerwelle *d* geschlungen; je dünner die Welle, je grösser das Uebersetzungsverhältnifs. (D. R.-P. Kl. 42, No. 15539.)



Arbeitsmesser zur directen Anbringung an Treibriemen. Einen Arbeitsmesser von ganz allgemeiner Anwendbarkeit für die Messung der Uebertragungsarbeit von Lederriemen hat von Hefner-Alteneck construirt. Der Apparat ist ungemein einfach und hat sich in den Werkstätten von Siemens & Halske in täglichem Betriebe bereits durch mehrere Jahre bewährt. Wir geben in der nebenstehenden Skizze die wesentlichen Theile des Instrumentes wieder. Das eiserne Gestell des Apparates nimmt im Ganzen sieben Riemenscheiben auf, welche in dem Gestelle so befestigt sind, dafs man nach Wegnahme der einen Wange das Ganze von der



Seite über den zu untersuchenden Riemen schieben kann. Die Rollen 1 bis 6 sind alle mit dem Gestelle fest verbunden und dienen zur Führung des Riemens und um die vier Riementheile zwischen den Rollen 5, 7 und 6 unter sich gleich lang zu machen. Die Rolle 7 ist grösser als 5 und 6 und in den um die Achse der Rolle 5 frei schwingenden Hebel *r* so gelagert, dafs der Riemen in der Ruhelage des Instrumentes in einer vollkommen symmetrischen Figur durch den Apparat geführt wird. Dabei müssen die Ablenkungswinkel des Riemens auch bei verschiedenen Riemenstärken stets genau die gleichen bleiben; die Eintrittswinkel des Riemens in den Apparat sind ohne Einflufs auf die Messung. Sowie durch irgend welche Kraftübertragung die Spannung in dem einen Riementrum gröfser wird, so wird die Einstellung der Rolle 7 eine andere und man wird durch Nachstellen an der Schraube *v* die Feder *g* anspannen müssen, bis der Hebel *r* wieder in die Ruhelage gekommen ist. Diese Stellung erkennt man an dem Index *m*, auf welchen die Marke am Gegengewicht *p* einspielen mufs. Das Mafs der Anspannung der Schraube *v* giebt direct das Mafs der Differenz der Riemenspannung, da die Skala, wegen der Proportionalität der Riemenspannung zur Spannung der Feder, so tarirt sein kann, dafs 1^{mm} der Skala gleich 1^{kg} der Spannungsdifferenz in beiden Riemenenden ist. Das Gewicht des Hebels *r* und der Rolle 7 ist durch das Gegengewicht *p* in jeder Lage des Apparates aus-

geglichen, und die übermäfsigen Schwankungen des Hebels werden durch die kleine Wasserbremse *L* gedämpft. Die Ablesung an der Skala, multiplicirt mit der Umfangsgeschwindigkeit der treibenden oder getriebenen Riemenscheibe, giebt die geleistete Arbeit mit oder ohne den Gleitungsverlust des Riemens. Die Prüfung des Apparates ist ebenfalls eine sehr einfache. Man hat zunächst zu prüfen, ob die beiden Zeiger des Instrumentes in der Mittellage des Hebels *r* gleichzeitig und zwar in allen Lagen des Apparates auf Null einspielen, was durch Verschiebung des Gegengewichtes und des Zeigers an der Feder *g* erreicht wird. Dann wird das Instrument angenähert vertical aufgehängt und mit zwei dünnen Riemenenden versehen, welche es in derselben Weise wie beim Gebrauch durchlaufen. Alsdann kann man durch Anhängen von Gewichten die verschiedenen Spannungen in den beiden Riemenenden erzeugen, deren Differenz durch die Skala *S* angezeigt werden mufs. Bei directen Vergleichen mit den Angaben des Prony'schen Zaumes ergab sich vollkommene Uebereinstimmung in den Angaben und dabei eine feinere Anzeige bei dem v. Hefner-Alteneck'schen Apparate. (»Dingler's Journ.« Bd. 241, S. 253 nach »Elektrotechn. Ztschr.« 1881, S. 229.)

Probirmaschine für Röhren. Auf Zeche Friedrichsthal bei Saarbrücken wird eine Rohrpresse benutzt, bei welcher man den Entlüftungscanal für das Ablassen der Luft dadurch vermieden hat, dafs man die Presse nicht ganz horizontal montirte. Der bewegliche Prefsdeckel, welcher auf den Führungsstangen lose, daher vertical hängt, wird durch die Prefsschraube zunächst unten an den Rohrflansch gedrückt und der oben verbleibende Spalt als Entlüftungsweg benutzt, bis nach dem vollständigen Füllen des Rohres der Deckel fest aufgeschraubt wird. Das Füllen geschieht mittelst eines in den festen Deckel mündenden Rohres von einem in 5,5^{m} Höhe angebrachten Bassin aus. (»Dingler's Journ.« Bd. 241, S. 434 nach »Ztschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenw.« 1881, S. 250.) A. M.

Feuerungsanlagen, Heizung und Lüftung.

Gasfeuerung für Dampfkessel. Der Generator ist mit ziemlich flach geneigter Rutschplatte angelegt; an letztere schliefst sich ein dreistufiger Treppenrost und der Rahmen für die Stäbe, welche zum Abfangen des Brennmaterials dienen; der etwas nach hinten geneigte Planrost liegt auf einer Schwinge, um ihn vorkippen und reinigen zu können. Der Gasabzug ist horizontal und steigt dann vertical bis zur Höhe des Kesselflammrohres auf, vor ihm liegt ein verticaler Canal, in welchem sich die über dem Gewölbe und an der Hinterwand vorgewärmte Luft sammelt, die dann durch Löcher im Fufse der Scheidewand in den Gascanal eintritt. Die Flamme zieht durch eine Anzahl von Oeffnungen, die in einer Blendmauer angebracht sind, in das Flammrohr des Kessels. (»Prakt. Masch.-Constr.« 1881, S. 231.)

Regenerativ-Röstofen von H. Dillner. Nach verschiedenen Versuchen, einen Regenerativofen zum Rösten der Dannemora-Eisenerze (sog. Kismalm) für den Betrieb mit Hohofengasen in regelrechten Betrieb zu bringen, ist man auf Ramshütte zu der nachstehenden Anordnung gelangt. Der Ofen selbst hat Schachtform mit einer Erweiterung nach unten in der Gegend des Flammeneintrittes von etwa 1,5^{m} Breite und je nach der Menge des zu röstenden Erzes und der zu Gebote stehenden Gase veränderlicher Länge. Die Ausströmungsöffnungen für die Flammen bezw. Abzugsöffnungen der verbrannten Gase liegen auf etwa halber Schachthöhe in den Längsseiten des Ofens, weil es bei einer gröfseren Entfernung als 1,5^{m} zwischen Ein- und Austritt der Flamme nicht möglich war, die gewünschte hohe Temperatur und das Sintern der Erze gleichmäfsig durch die ganze Schicht hervorzubringen. Die Anordnung der an den Ofenstirnen liegenden Regeneratoren und Ventile ist die übliche, die Verbrennungsluft wird durch ein Gebläse zugeführt. (»Jern Kont. Ann.« 1881, S. 269.)

Glasofen von D. & J. Warren. Ein Wannenofen mit Rostfeuerung. Durch Oeffnungen in der Ofenkappe wird geprefste und erhitzte Luft in die über das Glas streichende Flamme geblasen, um sowohl eine vollständigere Verbrennung herbeizuführen als auch die Flamme möglichst auf die schmelzende Masse herunterzudrücken. Ueber der Kappe sind durch zwei leichte Ueberwölbungen zwei Reihen von längs des Ofens laufenden Canälen hergestellt, in deren unteren die zu erwärmende Luft circulirt, während die oberen zur Abführung der Verbrennungsproducte dienen. Engl. Patent. (»Engineer«, 22. Juli 1881, S. 70.)

Ofen zum Brennen geschwärzter und glasirter Ziegel und Thonwaren von E. E. Street. Ist die allgemein bekannte Anordnung, nach welcher Ziegelöfen mit horizontaler Flammenrichtung oder Gruppen von mehreren solcher Oefen mittelst Canäle, die durch Schieber verschliefsbar sind, derartig verbunden werden, dass die durch die abkühlenden Ziegel der einen Gruppe streichende Luft den Feuerstellen einer anderen Gruppe zugeleitet wird. Engl. Patent. (»Engineering«, 5. August 1881, S. 148.)

Rauchverzehrende Feuerung von R. Paulson. Planrost mit sehr hohen hohlen Stäben und Luftzuführung durch dieselben nach der Feuerbrücke, wo die Luft in die Flamme eintritt. In dem anschliefsenden Zuge (Flammrohr) sind Schirme aufgestellt, deren Durchbrechungen sich abwechselnd in der Mitte und am Umfange befinden, behufs besserer Mischung der brennenden Gase. Engl. Patent. (»Engineer«, 5. August 1881, S. 105.)

Feuerthür von Th. Henderson. Ueber der Feuerthür und zu deren Seiten ist innerhalb der Kopfplatte eine Kammer angebracht, in welche durch zwei Oeffnungen in der Kopfplatte Luft eintritt, um etwas vorgewärmt durch feine Löcher in den Unterkanten des Kastens über das Feuer bezw. unter den Rost auszuströmen. Die um einen vorliegenden horizontalen Bolzen drehbare, geneigt zur Kopfplatte stehende Feuerthür hat ebenfalls eine mit Löchern versehene Schutzplatte, welche bei geschlossener Thür senkrecht steht und unten einen Ansatz trägt, der seinerseits den vorderen Theil der Feuerplatte bildet. Das ganze System ist durch Gegengewichte ausbalancirt, so dass es in jeder Lage stehen bleibt. Zum Aufgeben von Brennmaterial genügt es, die Feuerthür, welche keinen Anschlag hat, so weit in den Feuerraum hineinzudrücken, dafs sie in die Ebene der Feuerplatte fällt; wird sie dann noch weiter niedergedrückt, so entsteht eine Art Trichter, durch welchen die ausgezogenen Schlacken dicht vor dem Kessel zu Boden fallen. Sonst verfolgt die ganze Einrichtung noch den Zweck, namentlich bei Schiffskesseln die Wärmeausstrahlung in den Kesselraum zu beschränken. (»Engineering«, 22. April 1881, S. 412.)

Ventilation von Schul- und Wohnräumen mit Rücksicht auf die ökonomische Leistung von C. Heuser. Mit Rücksicht darauf, dafs die Einführung gröfserer Luftmengen, wie sie durch die Festsetzung einer zulässigen oberen Grenze für den Kohlensäuregehalt der Luft und unter Annahme des Beharrungszustandes erforderlich werden, für manche Verhältnisse, z. B. Landschulen, Kosten verursacht, welche von den Verpflichteten nur schwer oder ungern aufgebracht werden, untersucht der Verfasser, bei welchem Luftquantum eine Vermehrung desselben nur noch eine unbedeutende Verringerung des Gehaltes an Kohlensäure zur Folge hat, vorausgesetzt, dafs der Aufenthalt in dem betr. Raume nur kürzere Zeit andauert. Auf Grund der hierzu entwickelten Formeln wird gefunden, dass in einem Schulzimmer unter Berücksichtigung der natürlichen Ventilation bei einer Zuführung von 6^{cbm} frischer Luft pro Kopf und Stunde der Kohlensäuregehalt nach 3 Stunden auf 2,1 pro Mille sich erhöht, dagegen bei 12^{cbm} auf 1,3 pro Mille die Verringerung desselben um 0,8 pro Mille nicht recht mehr im Verhältnifs zu den vergröfserten Anlagekosten steht. Aehnlich ergiebt sich eine Rechnung für ein Wohnzimmer. (»Dtsch. Bauztg.« 1881, S. 306.) R. Z.

Materialienkunde.

Isolirmasse für Telegraphenkabel. Auf der elektrotechnischen Ausstellung zu Paris sind Bestrebungen zu Tage getreten, welche bezwecken, das Guttapercha durch ein billigeres Material zu ersetzen oder den technischen Werth desselben noch zu erhöhen, indem man seine Leitungsfähigkeit für den elektrischen Strom noch mehr verringert. Henley in North Woolwich erreicht dies durch Tränken des mit reinem Guttapercha überzogenen Drahtes mit Paraffin, welches einen sehr grofsen Widerstand gegen den elektrischen Strom hat. Latimer, Clark, Muirhead & Co. in Westminster stellen eine von Field erfundene, »Nigrite« genannte

Masse aus 2 Theilen Ozokerit (schwarzes Erdpech) und 1 Theil Kautschuk her. Die Masse soll den atmosphärischen Einflüssen gut widerstehen und sich um 40 pCt. billiger stellen als reiner Kautschuküberzug; sie ist jedoch ziemlich weich. Ernest Mourlot destillirt seine schwarze Masse »französisches Guttapercha« aus Birkenrinde. Vielleicht gelingt es noch, andere heimische Harzarten zu verwenden. Berthould, Borel & Co. in Paris verwenden bei Kabeln eine Mischung von Federharz und Paraffin zu gleichen Theilen. (»Engng.« 28. Oct. 1881, S. 429.)

Phosphorbronze zu Telegraphenleitungen. Von Lazare Weiller in Angoulême wurde Phosphorbronzedraht ausgestellt. Da derselbe bei beträchtlicher Leitungsfähigkeit eine grofse Festigkeit (in Drähten 118 kg pro Quadratmillimeter) besitzt, so kann man für telephonische Zwecke Drähte von 0,8 bis 1,1 mm Durchmesser verwenden und dieselben bis zu 500 m weit spannen. Man kann hierbei bedeutende Ersparungen gegenüber der Verwendung von Stahldraht machen und vermindert die Gefahr beim Zerreifsen. (»Engng.« 28. Oct. 1881, S. 429.) A. M.

Vermischtes.

Mittheilungen über die Holzstoffpapierfabrikation in Albbruck (Baden).

Von C. Bach.

(Vorgetragen in der Sitzung des württembergischen Bezirksvereines am 10. October 1881.)

(Hierzu Tafel V.)

Dafs man Papier herstellen kann, welches bis zu 3/4 aus geschliffenem Holz besteht, ist bekannt. Mit dem Holzzusatz weiter zu gehen, das gestattete die Fabrikation mit unseren üblichen Papiermaschinen nicht; die bedeutendste Schwierigkeit boten die Trockeneinrichtungen derselben, welche auf die Bildung eines festen Papieres ungünstig wirken. Indem nämlich das Papier auf die Trockencylinder gespannt und gezogen wird, kann es sich nicht so zusammenziehen, wie es zum dichten Aneinanderanschliefsen der Fasern erforderlich ist; erwächst ja doch der Hauptvorzug des Büttenpapieres daraus, dafs die beim Trocknen freihängenden Bogen allmählich ihre Feuchtigkeit verlieren und sich hierbei nach Erfordernifs leicht zusammenziehen können.

Die Gesellschaft für Holzstoffbereitung in Grellingen bei Basel hat nun im vorigen Jahr ein Verfahren patentirt erhalten, welches die Herstellung von Papier aus geschliffenem Holz ohne weiteren Faserzusatz zu ermöglichen bezweckt. Bei Ausführung einer Excursion vor circa 2 Monaten war ich in der Lage, die Anlage der genannten Fabrik in Albbruck, woselbst das Holzpapier erzeugt wird, zu besichtigen.

Die patentirte Einrichtung (D. R.-P. No. 9947) Fig. 1 bis 4 (der Hofmann'schen Papierzeitung entnommen) transportirt das Papier derart durch einen Trockenraum, dafs es weniger gezogen als geschoben wird. Das links von einer Papiermaschine mit zwei Nafspressen kommende feuchte Papier geht auf einem Tuch in den Vorraum *A*, von wo aus es in die eigentliche Trockenkammer *B* eintritt, in welcher es hin und her transportirt und dabei von heifser Luft bestrichen wird. Die Transportvorrichtungen werden gebildet von den neben einander liegenden Walzen, welche sich schneller drehen, als das Papier fortschreitet und daher auch schiebend wirken. Zwischen den Walzen liegen Platten, um ein Durchrutschen des Papiers zu verhindern. Nach dem ersten Hin- und Rückgang tritt das Papier wieder in den Vorraum *A*, passirt hier eine Presse, marschirt dann in die Trockenkammer zurück, die es rechts verläfst, um auf die im hinteren Vorraum *C* befindliche Satinirpresse zu gelangen, von wo es in lufttrockenem Zustande den Längsschneideapparat passirt und aufgewickelt wird.

Die Bewegung der trockenen Luft lassen die Pfeile zur Genüge erkennen. Richtiger dürfte es wohl sein, die Luft da aus der Kammer abzuführen, wo das Papier am feuchtesten ist. Ob der in der Luft enthaltene Staub und Schmutz nicht auf Grauwerden des feuchten Papiers hinwirkt, wage ich nicht zu entscheiden.

Der Stoff wird vor der Verfilzung zu Papier mit schwefliger Säure gebleicht, die in Gasform auf das geschliffene und von daher noch feuchte Holz einwirkt. Zur Vollendung der Bleiche bleibt das mit schwefliger Säure behandelte Holz 15 bis 20 Tage liegen (D. R.-P. No. 9922, 11954). Holzstoff, welcher nach der Fabrikation getrocknet worden ist, bleicht sich nicht so gut.

Die natürliche Voraussetzung für die Verwendbarkeit geschliffenen Holzes zu Holzpapier bildet eine möglichst lange Faser desselben; thatsächlich widmet man in Albbruck der Erzeugung langfaserigen Stoffes grofse Aufmerksamkeit. Die bisher betriebene Holzschleiferei daselbst (der Bau einer zweiten Anlage, in welcher vier horizontale Schleifer gedämpftes Holz verarbeiten sollen, ist nahezu vollendet) besitzt 8 Defibreure der bekannten Bell'schen Construction mit horizontalen Steinen, an deren Mantelflächen geschliffen wird (Fig. 5) und einen Schleifer mit vertiealem Steine, dessen Stirnflächen an 4 Stellen arbeiten (Fig. 6 und 7), ebenfalls aus der Fabrik von Theod. & Friedr. Bell in Kriens bei Luzern. Beide Arten von Zerfaserungsmaschinen haben gegenüber den gewöhnlichen Apparaten mit verticalem Steine und schleifender Mantelfläche den Vortheil, dafs die Wegspülung des unter der einen Presse erzeugten Stoffes, bevor derselbe mit unter die nächste gerissen wird, vollkommener gelingen kann. Aufserdem können sich die Kräfte, mit welchen das Holz an die Steine angedrückt wird, aufheben, so dafs der auf die Achse des Steines abgesetzte Druck gleich Null ausfällt.

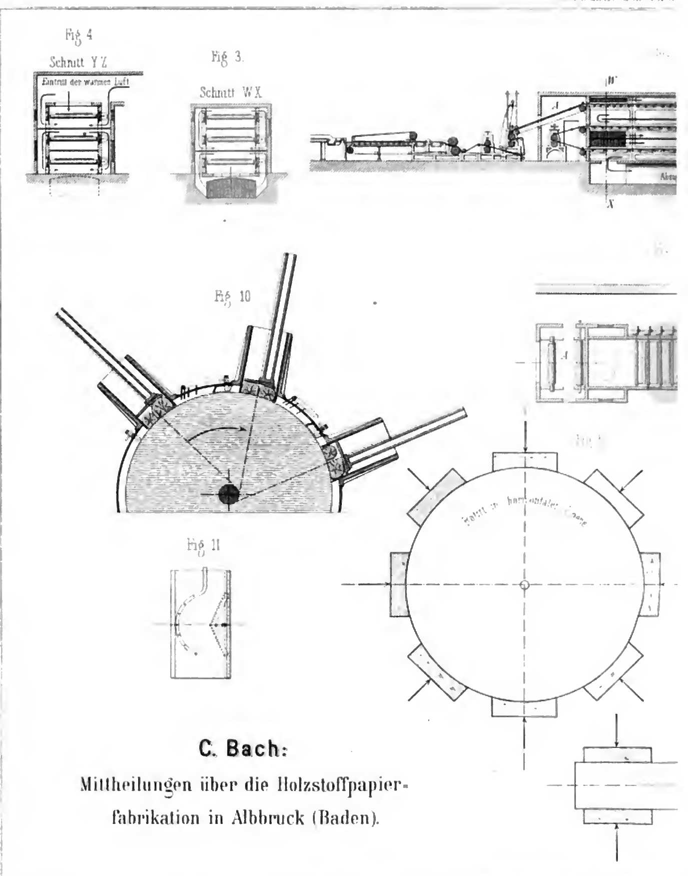
Während meiner Anwesenheit war die an den Stirnflächen schleifende Maschine in Betrieb; es schien mir, als ob der direct hinter dem Steine entnommene Stoff weit langfaseriger war, als man ihn sonst findet.

Wie jeder Fortschritt anregend zu wirken pflegt, so ist es auch hier der Fall; die Bestrebungen, Schleifer zu construiren, auf denen möglichst langfaseriger Stoff erzeugt werden kann, sind lebendiger geworden, seit es gelungen ist, Holzpapier zu fabriciren. Es war das allerdings auch nothwendig, da im Allgemeinen die Verhältnisse die Holzstofffabrikanten zwangen, die Massenproduction in erste, Rücksichten auf die Qualität des Stoffes in zweite Linie zu stellen.

Zunächst ist hier der neue Apparat Werner-Voith (J. M. Voith in Heidenheim a. d. B.) zu erwähnen, Fig. 8 und 9. Werner und Voith legen die Einlegekasten des sich um eine verticale Achse drehenden Steines, dessen obere Stirnfläche arbeitet, schräg gegen den betreffenden Radius. Um den Winkel, unter welchem der Stein gegen die Faserrichtung des Holzes rotirt, beliebig ändern zu können, sind die Einlegekasten mit Flanschen versehen, welche sich in den ausgedehnten Oeffnungen der oberen Steinschale verstellen lassen. Das zum Schleifen erforderliche Wasser wird vom Mittel des Steines aus zugeführt und auf seinem Wege nach aufsen von der Centrifugalkraft unterstützt. Auch wird hierdurch ein ziemlicher Theil der in dem einen Kasten abgeschliffenen Holzmasse sogleich nach aufsen gespült und dadurch gehindert, im folgenden Kasten sich todt mahlen zu lassen oder den Stein zu verschmieren.

Die Verwendung der Stirnfläche zum Schleifen bietet noch einen weiteren Vortheil. Die grofsen Steine sind in der Regel nicht durchaus gleichartig; einer weicheren Stelle wegen kann ein sonst guter Stein durch das nöthige Nachschleifen in verhältnifsmäfsig kurzer Zeit abgenutzt werden. Hat nun die Mantelfläche nicht zu arbeiten, so wird ein Binden des Steines und damit ein Zusammensetzen des Steines aus ausgesuchten, gleichartigen Stücken möglich.

Die Wände der Einlegekasten müssen sich bekanntlich ziemlich dicht an die arbeitende Steinfläche anschliefsen, anderenfalls werden leicht gröfsere Splitter mit durchgerissen; infolge dessen sind sie mit der fortschreitenden Abnutzung des Steines nachzustellen. Bei dem horizontalen Steine der Werner-Voith'schen Schleifer läfst sich dieser Zweck in bequemer Weise dadurch erreichen, dafs man den Stein nach-



C. Bach:

Mittheilungen über die Holzstoffpapier-fabrikation in Albbruck (Baden).

Lith. Inst. v. Werner

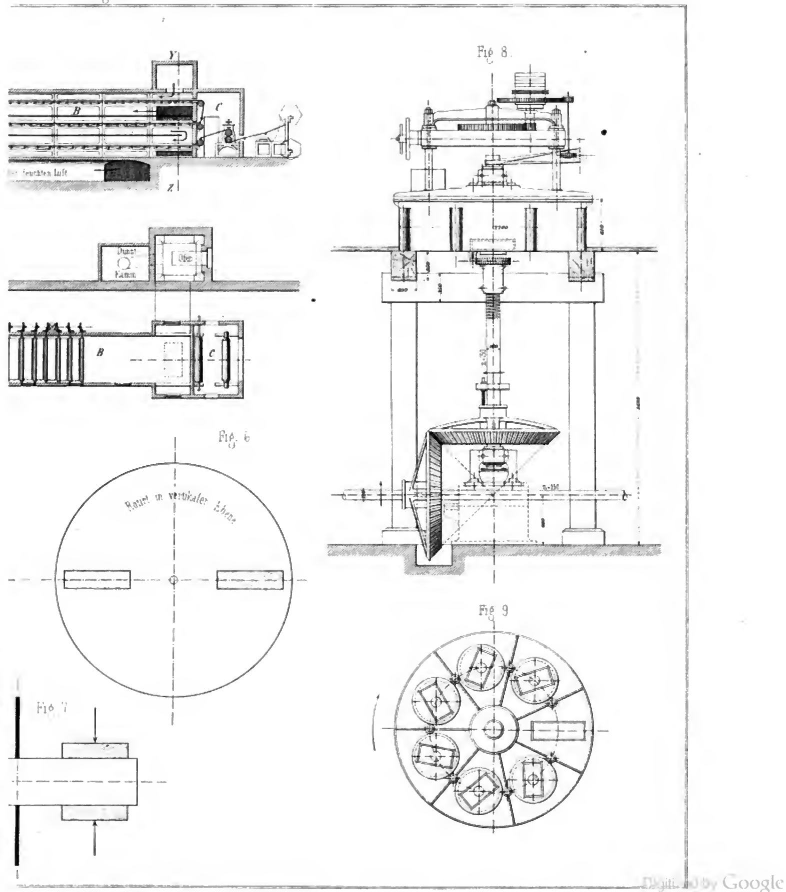


Fig. 8.
Fig. 6
Rotirt in vertikaler Ebene
Fig. 7
Fig. 9
B
C
Y
Z
feuchten Luft
Dunst Kamin
Ofen

stellt. Das Schärfen des Steines geschieht durch Oeffnungen der Steinschale.

(Das Patent für den Werner-Voith'schen Schleifer ist angemeldet.)

Durch Veränderung der bisher üblichen Apparate mit in verticaler Ebene rotirenden Steinen, deren Mantelflächen arbeiten, suchen Goetjes & Schulze in Bautzen (Sachsen) Stoff mit längerer Faser bei vermindertem Kraftaufwand zu erzielen. Die genannte Firma hat bei ihrer Construction folgenden Gedankengang zu Grunde gelegt. Den üblichen Schleifern mit fünf Pressen läfst sich vorwerfen, dafs ein Theil der Fasern, welche von dem Holze einer Presse abgeschliffen worden sind, infolge der dichten Stellung der Pressen und infolge der bedeutenden Umfangsgeschwindigkeit des Steines mit unter die nächste Presse gelangt, hier mehr oder minder »todt geschliffen«, d. h. in Körper von mehlartiger Beschaffenheit übergeführt wird, welche zum Verfilzen ungeeignet sind und zu einem ziemlichen Theile direct mit dem Wasser durch die Siebe entweichen. Hierin liegt eine Quelle zu Stoffverlust und Kraftverschwendung. Ferner läfst sich nicht verkennen, dafs dichte Pressenstellung leicht zu einer, wenn auch nur theilweisen, Zusetzung der Steinschärfe mit den incrustirenden Bestandtheilen des Holzes führt, deren Beseitigung in der kurzen Zeit, während welcher sich die Steinperipherie von einer Presse zur anderen bewegt, nicht zu bewerkstelligen ist. Wenn man das hiermit verknüpfte Minus an Production durch Erhöhung des Pressendruckes fernzuhalten sucht, so kann viel Arbeit verschwendet werden. Eigene, ziffermäfsige Erfahrungen darüber, wie schwerwiegend die eben besprochenen Nachtheile der üblichen Schleifer sind, besitze ich nicht; dafs ihr Gewicht nicht unbedeutend ist, wenn man 80 und mehr Pferdestärken in einen Schleifer hineinleitet und durch ihn consumiren läfst, ist wohl anzunehmen; bei geringeren Anforderungen an den Apparat und bei sachgemäfser Behandlung mufs es sinken. Inwieweit in die schleifende Mantelfläche eingehauene und gegen die Stirnfläche geneigte Canäle, welche jedenfalls den seitlichen Abflufs etwas erleichtern, in der eben besprochenen Richtung günstig wirksam sind, mufs ebenfalls dahin gestellt bleiben.

Den Schleifer, welchen Goetjes & Schulze auf Grund ihrer Erwägungen construirt haben, lassen die Fig. 10 und 11 erkennen. Pressen sind nur drei angeordnet, um die Reinigung der Steinschärfe, sowie die seitliche Stoffabführung, welche durch eine die Flüssigkeit nach aufsen weisende Vorrichtung unterstützt wird, zu sichern. Diese Construction ist gleichfalls zur Patentirung angemeldet.

Die Drahtseilbahn der Schwefelkiesgrube Halberbracht bei Meggen.

Mittheilung zur Excursion des Siegener Bezirksvereines am 1. October 1881 von H. Macco, Ingenieur, Siegen.

(Mit Abbildungen auf Tafel III.)

Die bei Gelegenheit der Herbstexcursion des Siegener Bezirksvereins am 1. October 1881 besichtigte Drahtseilbahn-Anlage der Gesellschaft Siegena hat die Aufgabe, die zum Versand fertigen Schwefelkiese von der unter dem Stollenmundloch der Grube Halberbracht befindlichen Aufbereitung und den Lagerplätzen nach der der benachbarten Grube Sicilia gehörigen schmalspurigen Eisenbahn zu bringen, damit dieselben von dort mit den Wagen der Grube Sicilia nach der Haltestelle der Ruhr-Sieg-Bahn bei Meggen transportirt werden. Die ganze Anlage, sowohl die Einrichtung der Lagerplätze, der Verladung und Aufbereitung, welche auf einem sehr schmalen Terrain an einem seitlichen Abhange nahe zusammengedrängt aufgeführt worden ist, sowie auch die Drahtseilbahn selbst mit dem Arrangement der Verladung in die Wagen der Grube Sicilia verdienen ihrer Eigenart wegen besonderes Interesse und geben wir daher in dem Folgenden eine kurze Beschreibung nebst Skizze derselben.

Die aus dem Stollenmundloch der Grube Halberbracht kommenden Erze, welche zum sofortigen Versand geeignet sind, werden mit den Geleisen *a a* zu den Fülltrichtern *b b* gefahren, dort ausgestürzt und in die unter den Fülltrichtern auf schwebenden Schienen *c c* herlaufenden Wagen der Drahtseilbahn geladen. Diejenigen Erze, welche noch einer weiteren Aufbereitung bedürfen, werden auf den Geleisen *d d* nach der Schiebebühne gefahren und von derselben auf den ganz in Eisenconstruction ausgeführten Rost gestürzt. Die durch den Rost fallenden kleineren Stücke werden mittelst einer durch Menschenkraft getriebenen hydraulischen Setzmaschine in berge- und versandfähige Erze sortirt und ebenfalls auf die zu beiden Seiten des Rostes auf schwebenden Schienen *e e* vorbeigehenden Wagen der Drahtseilbahn geladen.

Die nicht durch den Rost fallenden Erzstücke kommen auf die Setzkasten, welche sich zu beiden Seiten des Rostes in der Längsrichtung desselben befinden, werden hier gewaschen, auf Lesetischen ausgelesen und ebenfalls in die vorbeiführenden Wagen der Seilbahn verladen. Für den Fall, dafs kein flotter Versand möglich ist und grofse Ablagerungen erforderlich sind, werden die Erze mit dem Geleise *d* auf die schwebende Bühne *f* gebracht und dort auf den grossen Lagerplatz abgestürzt. Von diesem Lagerplatz werden sie nach Bedarf in die auch hier vorbeiführenden Wagen der Drahtseilbahn aus den Trichtern *g g g* verladen. Interessant ist die Einrichtung, wie die Wagen der Drahtseilbahn auf schwebenden Schienen an jede Stelle der hier so eng zusammengedrückten Aufbereitung und Verladung nach Belieben gelangen können. Die in der beifolgenden Zeichnung eingezeichneten Schienen und Weichen geben die nöthige Erörterung hierzu.

Von diesen schwebenden Schienen werden die Wagen mit den Erzen der eigentlichen Endstation der Drahtseilbahn (*A*) zugeführt und von derselben nach der Station *B* der Drahtseilbahn gebracht, um hier wiederum von ihr genommen und mittelst schwebender Schienen über Trichter geführt zu werden, in welche die Erze ausgestürzt und den Eisenbahnwagen der Grube Sicilia zugeführt werden. Die Drahtseilbahn hat eine Länge von 172^{m}. Dieselbe ist im Stande, in 10 Arbeitsstunden 250^{t} Schwefelkies bequem zu fördern. Die Linie ist als Bremsbahn ausgeführt, d. h. es ist zu ihrer Bewegung kein besonderer Motor vorhanden. An dem oberen Ende befindet sich ein Vorgelege mit 2 Kurbeln, mittelst dessen das Zugseil bei Beginn des Betriebes in Bewegung gesetzt wird. Sobald mehrere beladene Wagen sich auf der Strecke befinden, werden die Kurbeln losgelassen, und muss der Arbeiter die angebrachte kräftige Bremse handhaben. Die heruntergehenden beladenen Wagen halten die Bahn in Bewegung und ziehen die leeren Wagen auf der entgegengesetzten Seite nach oben hinauf; sie müssen, da ein Ueberschufs von Kraft vorhanden ist, mittelst der Bremse in ihrer Geschwindigkeit regulirt werden. Der ganze Betrieb der Linie ist ein äufserst leichter und exacter. Die Einrichtung stammt aus der bekannten Fabrik des Hrn. Ad. Bleichert in Leipzig. Die einzelnen Theile sind durch andere Beschreibungen wohl genügend bekannt und meistentheils Deutsches Reichspatent.

Ueber Wassermotoren.

Geehrte Redaction!

Infolge längerer Abwesenheit von Wien gelangte ich erst jetzt dazu, das Heft 11 d. J. Ihrer geehrten Zeitschrift und den darin enthaltenen Aufsatz des Hrn. Schaltenbrand über kleine Wassermotoren zu lesen; in demselben erwähnt genannter Herr auch meiner Wassersäulen-Maschinen, jedoch in einer deren Hauptvorzug betreffenden, nämlich des variablen Wasserverbrauches, vollkommen unrichtigen Beurteilung, weshalb ich mir erlaube, Sie um gefällige Aufnahme der nachstehenden Zeilen zu ersuchen.

Hr. Schaltenbrand hat allerdings Recht, wenn er sagt, dafs ich meine Wassermotoren hauptsächlich in gröfseren Dimensionen ausführe; es geschieht dies aber keineswegs deshalb, weil sich selbe für kleinere Dimensionen nicht eignen, sondern aus anderen, rein geschäftlichen Ursachen, deren Erörterung hier nicht am Platze ist; es diene Ihnen in dieser Hinsicht, dafs die kleinsten bisher von mir ausgeführten Wassersäulen-Maschinen einen Cylinder von 50^{mm} Bohrung bei 70^{mm} Kolbenhub haben und mit 400 bis 500 Touren pro Minute arbeiten, während die gröfsten bisher von mir ausgeführten einen Cylinder von 700^{mm} Bohrung bei 900^{mm} Kolbenhub haben und mit 30 bis 40 Touren pro Minute arbeiten.

Ferner habe ich soeben für den Betrieb der Luftcompressoren und Ventilationsgebläse zum Bau des Arlbergtunnels (Tirol) 8 Wassersäulen-Maschinen meines Systems von je 150 Pferdekraft aufgestellt.

Was jedoch den veränderlichen Wasserverbrauch bei gleicher Tourenzahl der Maschinen betrifft, so könnte ich allerdings ebenso wie Hr. Schaltenbrand und Andere den Kolbenhub variabel einrichten, eine Einrichtung, welche jedoch nur bei ganz kleinen Maschinen ohne Nachtheil für deren Solidität durchführbar ist.

Aber gerade mein System von Wassersäulen-Maschinen gestattet bei gleichbleibender Tourenzahl und gleichbleibendem Kolbenhube mit variablen Cylinderfüllungen zu arbeiten, wie ich dies in der That schon vielfach mit bestem Erfolge ausführte: die Maschine wird zum Behufe eines gleichförmigen Ganges mit einem Regulator versehen, welcher direct auf die Steuerung wirkt, und die Menge des Wasserzuflusses in den Cylinder innerhalb der weitesten Grenzen der jeweiligen Kraftäufserung entsprechend selbstthätig regulirt.

Erst kürzlich habe ich einen mit meinen Wassersäulen-Maschinen betriebenen Aufzug in Dresden aufgestellt, wobei ebenfalls ein Regulator die Cylinderfüllung beeinflufst, um den Wasserverbrauch der jeweiligen Last entsprechend selbstthätig zu reguliren; bei solchen Maschinen, wo es sich bei schwankender Beanspruchung derselben weniger um gleichmäfsigen Gang, sondern zeitweise nur um zeitweilige Aenderung der Kraftäufserung handelt, kann die Cylinderfüllung ohne Einwirkung eines Regulators, auch während des Ganges, von Hand verstellt werden.

Wien, 16. Dec. 1881. Mit gröfster Hochachtung

Ph. Mayer.

Geehrte Redaction!

Indem ich für Kenntnifsgabe der Mittheilung des Hrn. Mayer danke, bitte ich der nachstehenden Erwiderung an geeigneter Stelle Raum zu geben.

Die Vorzüge der Mayer'schen Wassersäulemaschinen gegenüber älteren Motoren dieser Art habe ich, unter der Voraussetzung einer constanten Füllung, in meinem Vortrage rückhaltlos anerkannt. Hr. Mayer wendet sich demnach nur gegen den letzten Satz meiner Aeufserung, welcher lautet:

»Die Mayer'sche Maschine erfordert für gleiche Tourenzahl immer dieselbe Wassermenge, unabhängig davon, ob die Arbeit schwer oder leicht ist. — Sie ist demnach für Nähmaschinenbetrieb zu wenig variabel in der Leistung und würde mit der Hubregulirung vereinigt zu complicirt werden.«

Nach den neuesten Mittheilungen des Hrn. Mayer nehme ich die erste Hälfte dieses Satzes nur dem Wortlaute nach zurück, vertrete jedoch die zweite Hälfte wörtlich. Verschiedene Füllung wird man jeder Wassersäulenmaschine geben können; zweifelhaft bleibt, ob die Maschine dabei gleich vortheilhaft arbeitet. Soll die Luft in den Cylinderräumen der Mayer'schen Construction nicht zu Verlusten führen, so mufs sie bei jedem Hubende vor dem Kolben auf die Leitungsspannung comprimirt und hinter demselben auf den Gegendruck der Atmosphäre expandirt werden. Es sei: V das Volumen der Cylinderfüllung dem gröfsten Hube entsprechend, W das vorhandene Luftvolumen jeder Cylinderseite von 1^{atm} abs. Spannung, w dieselbe Luftmenge bei der Leitungsspannung y^{atm}, x der wechselnde Füllungsgrad und v die Volumenverminderung des Luftraumes. Die vorstehend ausgesprochene Bedingung setzt nach dem Mariotte'schen Gesetze folgende Beziehungen dieser Werthe voraus:

$$W : w = y : 1 \quad \text{also} \quad w = \frac{W}{y}$$

$$v = V(1-x) \text{ und } v = W - w = W\left(1-\frac{1}{y}\right) \text{ also } V(1-x) = W\left(1-\frac{1}{y}\right)$$

$$W = \frac{1-x}{1-\frac{1}{y}}.$$

Es ist demnach für jeden Füllungsgrad ein anderes Luftvolumen W erforderlich. Es werden z. B. für:

1. $y = 5^{atm}$ und $x_1 = 0{,}75$, ferner $v_1 = 0{,}25\,V$

$$W_1 = \frac{0{,}25}{0{,}8} V = 0{,}3125\,V \text{ und } w_1 = 0{,}0625\,V;$$

2. $y = 5^{atm}$ und $x_2 = 0{,}25$, ferner $v_2 = 0{,}75\,V$

$$W_2 = \frac{0{,}75}{0{,}8} V = 0{,}9375\,V \text{ und } w_2 = 0{,}1875\,V.$$

Eine ganz allmälige Verkleinerung der Füllung im Betriebe ist ohne Weiteres möglich, wobei sich durch die Luftventile das Luftvolumen W ebenfalls weniger schnell vergröfsert. Soll dagegen ein Mayer'scher Motor, welcher mit $x_1 = 0{,}75$ und $W_1 = 0{,}3125\,V$ gearbeitet hat, ohne Aenderung des Luftvolumens mit $x_2 = 0{,}25$ Füllung benutzt werden, so entsteht für $v_2 = 0{,}75\,V$ und $W_1 = 0{,}3125\,V$, vor dem Kolben eine Compression, welche das Angehen unmöglich macht und im Betriebe ein Sicherheitsventil am Wasserraum erfordert; hinter dem Kolben bildet sich Vacuum, welches $0{,}5\,V$ Luft ansaugt und ein Luftvolumen $W_3 = 0{,}8125\,V$ herstellt, welches Letztere beim Kolbenrückgange auf $w_1 = 0{,}0625\,V$ mit 13^{atm} Spannung comprimirt werden mufs. Hierbei können Sicherheitsventile, welche wenig höher belastet sind als die Leitungsspannung, Abhülfe geben, indem sich nach kurzer Zeit die gewünschten Verhältnisse selbstthätig reguliren.

Soll umgekehrt ein Mayer'scher Motor, welcher mit $x = 0{,}25$ Füllung gearbeitet hat und noch das volle Luftvolumen $W_2 = 0{,}9375\,V$ an jeder Cylinderseite enthält, mit $x = 0{,}75$ Füllung benutzt werden, so comprimirt sich vor dem Kolben dieses Volumen W_2 auf ein solches $w_4 = 0{,}6875\,V$ mit nur $1{,}3637^{atm}$ Spannung und hinter demselben expandirt sich dasselbe auf $\frac{0{,}1875}{0{,}4375} \cdot 5 = 2{,}1428^{atm}$. Beim Wassereintritt wird das Volumen w_4 durch ein verlorenes Wasservolumen $0{,}5\,V$ auf $w_2 = 0{,}1875\,V$ mit 5^{atm} Spannung comprimirt und beim Wasseraustritt expandirt sich die Luft hinter dem Kolben auf $W_2 = 0{,}9375\,V$ durch Hinauswerfen desselben verlorenen Wasservolumens $0{,}5\,V$. Das Luftvolumen W_2 kann durch Ventile nicht auf W_1 verkleinert werden, da diese Ventile doch höher als 5^{atm} entsprechend belastet sein müssen. Eine Steuerung, welche selbstthätig das Luftvolumen der Füllung anpafst, dürfte nicht gerade einfach sein.

Hr. Mayer kann selbstverständlich an seiner Maschine ebenfalls einen veränderlichen Hub anwenden, insoweit, als die betreffende Construction nicht patentirt ist. Bis jetzt ist die Hubregulirung noch nicht angewendet. Der Motor müfste dann, um Wasserverluste zu vermeiden, bei constanter Füllung das Luftvolumen W proportional dem Hube selbstthätig ändern, was nicht einfacher werden kann, wie die jetzt erforderliche Construction. An einer oscillirenden Maschine mit Hahnsteuerung läfst sich die Mayer'sche Construction nicht anbringen. Ich bin abweichend von Hrn. Mayer der Ansicht, dafs sich nicht nur die Hubregulirung, sondern auch alle feineren Ventilconstructionen besser und solider in ganz grofsem Mafsstabe, als in ganz kleinem ausführen lassen.

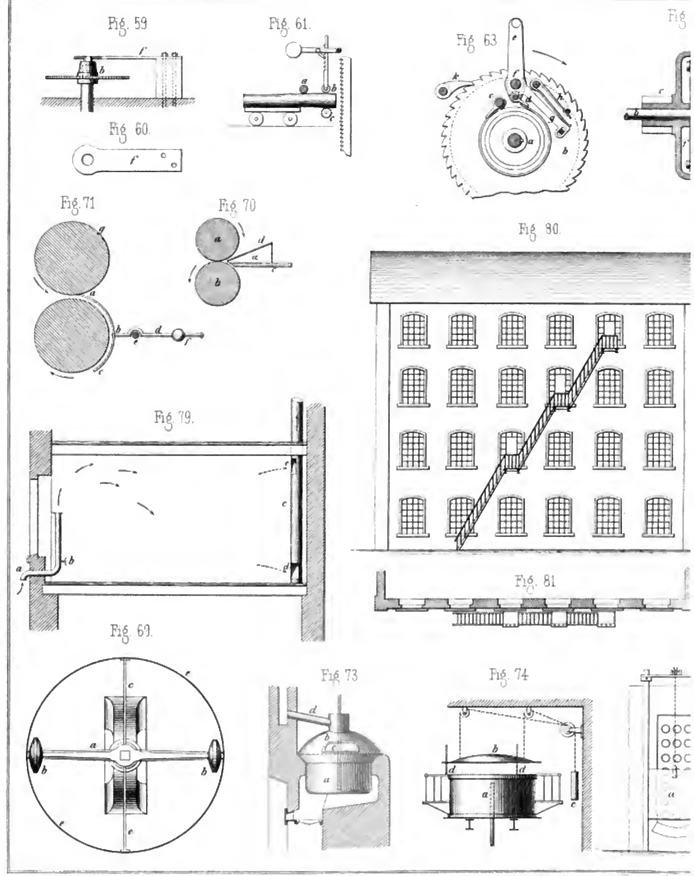
Die von der Maschinenfabrik von Möller & Blum ausgeführten und verkauften Motoren haben nur 20^{mm} Kolbendurchmesser und gestatten 36 bis 0^{mm} variablen Hub. Sie benutzen bei jeder Hubstellung die volle Arbeitskraft des verwendeten Wassers und gehen, wenn der Hub gegenüber der Leistung nicht unverhältnifsmäfsig grofs ist, auch ohne Luft, so z. B. leer bei ca. 10^{mm} Hub und 4^{atm} abs. Leitungsspannung mit mehr als 1000 Umdrehungen, vollständig geräuschlos. Hr. Mayer wird mich am wirksamsten widerlegen, indem er einen gleich kleinen, gleich einfachen und gleich wirkungsvollen Motor ausführt und auf den Weltmarkt bringt.

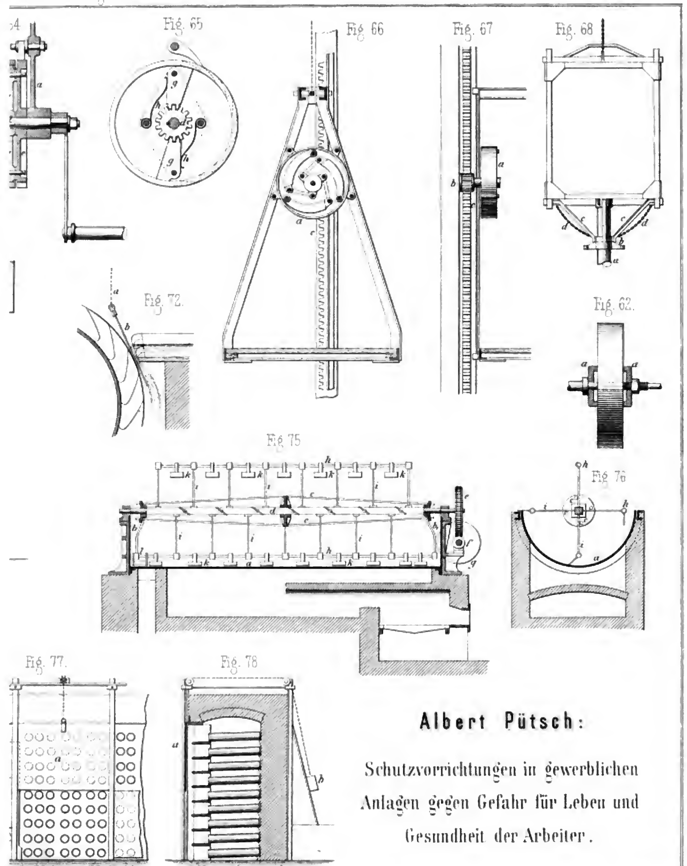
Wenn er dies aus unbekannten Gründen nicht beabsichtigt, so liegt auch kein Grund vor, unsere Meinungsverschiedenheiten auf diesem Wege weiter auszutragen, da unsere Fachgenossen in der Lage sind, sich auch ohne dies ein Urteil zu bilden.

Berlin, 14. Jan. 1882. Hochachtungsvoll

C. Schaltenbrand.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 45/46.


Fig. 59
Fig. 60
Fig. 61.
Fig. 63
Fig. 71
Fig. 70
Fig. 80.
Fig. 79.
Fig. 81
Fig. 69.
Fig. 73
Fig. 74



Albert Pütsch:

Schutzvorrichtungen in gewerblichen Anlagen gegen Gefahr für Leben und Gesundheit der Arbeiter.

ZEITSCHRIFT

DES

VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1882. **Band XXVI. Heft 2.** **Februarheft.**

Abhandlungen.

Ueber Schutzvorrichtungen in gewerblichen Anlagen gegen Gefahr für Leben und Gesundheit der Arbeiter.

Von Civil-Ingenieur **Albert Pütsch** in Berlin.

(Hierzu Tafel VI.)

(Schluss von Seite 1.)

Hr. Bing berichtet von einem Unglücksfall an einer Fräsemaschine, auf deren verticaler Spindel ein Sägeblatt aufgesetzt war, und zwar in der üblichen in Fig. 59 und 60, Tafel VI, dargestellten Weise mittelst einer Schraube *a* und eines Aufsatzstückes *b*. Obwohl die Schraube stark und von Stahl war, brach dieselbe. Die mit 3000 Touren pro Minute rotirende Säge flog ab und durchschnitt einem ungefähr sechs Schritt davon entfernt stehenden Arbeiter die Brust mitten durch und tödtete ihn auf der Stelle.

Als Schutzmittel gegen eine Wiederholung eines ähnlichen Unglückes wird nunmehr stets ein kräftiges Flacheisen *f* (Fig. 60 im Grundrifs) über der Spindel befestigt. Das in diesem Schutzstück befindliche Loch ist etwas gröfser als die Schraube *a* und kleiner als das Aufsatzstück *b*. Das Schutzstück selbst wird so aufgestellt, dafs seine obere Fläche etwas höher als die obere Kante der Schraube *a* liegt, so dafs ein Arbeiter während des Betriebes mit der Hand nicht auf die tiefer liegende Schraube gerathen kann. Bricht die Schraube, so wird die Säge sowie das Aufsatzstück auf der Spindel zurückgehalten.

Wenn auf einem Sägegatter mit Walzenvorschub kurze Stücke geschnitten werden, erachtet Hr. Bing die Anbringung einer besonderen Sicherheitsrolle *a* neben der gewöhnlichen Druckrolle *b*, wie in Fig. 61, Tafel VI, dargestellt, für nothwendig, da das von der Zackenwalze *c* und der Druckrolle geführte Stück leicht in dem Moment hinten gehoben wird, wenn die Zähne des Sägeblattes es am vorderen Ende fassen und niederzudrücken suchen. Ein solches Vorkommnifs, bei welchem ein Arbeiter erhebliche innere Verletzungen erlitt, hat zu dieser Einrichtung geführt. Man kann nun zwar das hintere Ende des Stückes fest auf den Wagen aufschrauben, jedoch gehören dazu ebenfalls Specialvorrichtungen, so dafs nach Ansicht des Hrn. Bing die von ihm verwendete Sicherheitsrolle immer noch das einfachste Mittel zur Sicherung des Arbeiters bleibt.

Zum Schutz gegen die Sprengstücke von Schmirgelscheiben umgiebt Hr. Hase, Ingenieur der Firma Funcke & Hueck in Hagen, dieselben mit einem festen, halbkreisförmigen, concentrischen, eisernen Bügel, welcher von oben her bis zur Arbeitsstelle herabreicht, so dafs die Sprengstücke nur unschädliche Wege nehmen können.

Wir haben eine ähnliche Vorkehrung an Schleifsteinen in einer Hartgummiwarenfabrik in Berlin vorgefunden. Dieselbe bestand darin, dafs der Schleifstein innerhalb eines ca. 10^{mm} starken schmiedeisernen Gehäuses rotirte; in dem Gehäuse war eine Oeffnung ausgeschnitten, um behufs Schleifens an den Stein gelangen zu können. Die Nützlichkeit dieser Einrichtung wurde dadurch bewiesen, dafs, als einmal während des Betriebes einer der Schleifsteine zersprang, die Sprengstücke innerhalb des Gehäuses blieben, während vorher bei einem nicht eingefriedigten Schleifsteine ein Arbeiter schwer verletzt worden war.

Die Centrifugen der Zuckerfabrikation u. s. w. haben vielfach durch Zerspringen Veranlassung zu Unglücksfällen gegeben. Solche Maschinen werden in ähnlicher Weise wie Schleifsteine und Schmirgelscheiben mit einem »Panzer« umgeben, innerhalb dessen sie rotiren.

Für die Schleifsteine selbst werden noch häufig viereckige Wellen verwendet, auf welche die mit einem ebenfalls viereckigen Loch versehenen Steine mittelst Keilen befestigt werden. Diese Art der Befestigung ist als verwerflich zu bezeichnen, indem der Stein dadurch in eine Spannung in radialer Richtung versetzt wird, welche bis zum Bruch gehen kann.

Es empfiehlt sich vielmehr, wie Fig. 62, Tafel VI zeigt, eine abgedrehte Welle zu nehmen, welche mit einem Bunde sowie Gewinde versehen ist. Der Stein selbst befindet sich zwischen zwei Scheiben *aa*, welche durch die Mutter fest gegen ihn geprefst werden; es empfiehlt sich aufserdem, zwischen die Scheiben *aa* und den Stein noch eine Lage Filz einzulegen. Diese Art der Befestigung verursacht durchaus keine Spannung und ist nur darauf zu achten, dafs die Scheiben *a* nicht zu klein gewählt werden und nicht mit der ganzen Fläche, sondern nur mit dem aus der Zeichnung ersichtlichen Rande aufliegen.

Bezüglich der Hebewerkzeuge, Krahne etc. empfiehlt Hr. Erdmann, Director der Duisburger Maschinenbau-Actien-

gesellschaft, die Ketten öfter, wenigstens monatlich einmal zu schmieren, und hebt besonders die Nothwendigkeit hervor, dieselben behufs gründlicher Revision wenigstens alle $1\frac{1}{2}$ bis 2 Jahre leicht auszuglühen, was gleichzeitig günstig für Erhaltung der Weichheit des Materiales ist. Hierbei mufs aber mit einer gewissen Vorsicht verfahren werden, denn zu starkes Glühen ist den Schweifsstellen nicht zuträglich.

Für Krähne selbst empfiehlt Hr. Erdmann die Anwendung von Sicherheitskurbeln und theilt eine von der von ihm geleiteten Fabrik gefertigte Construction mit, welche in Fig. 63, Tafel VI, dargestellt ist. Auf eine Welle ist die Bremsscheibe *a* aufgesetzt, welche das Sperrrad *b* lose trägt. Das eine Ende des Bremsbandes ist bei *c* an dem Sperrrad *b* befestigt, während das andere bei *d* an der über den Drehpunkt verlängerten Kurbel *e* befestigt ist; letztere ist mit dem Sperrrade *b* durch den Zapfen *f* verbunden. Das Bremsband wird durch die Feder *h* und den Hebel *g* stets gespannt gehalten.

Dreht man die Kurbel in der Richtung des Pfeiles, so wird, da durch das angespannte Bremsband eine feste Verbindung zwischen Sperrrad und Bremsscheibe hergestellt ist, eine Bewegung der Welle in der Richtung des Pfeiles und damit ein Heben der Last erfolgen. Läfst man die Kurbel los, so erhält sich das Bremsband durch die Feder *h* ebenfalls gespannt, so dafs also Sperrrad und Bremsscheibe fest verbunden sind, und befindet sich dann die Klinke *k* im Eingriff, so steht die Last fest. Soll dieselbe gesenkt werden, so bleibt die Klinke *k* in Eingriff, die Kurbel wird entgegengesetzt der Richtung des Pfeiles angezogen, wodurch die Spannung des Bremsbandes aufgehoben wird, da die Wirkung der Feder *h* ebenfalls aufgehoben wird. Die Verbindung zwischen Bremsscheibe und Sperrrad ist alsdann gelöst und es erfolgt ein Sinken der Last.

Hr. Maschinenfabrikant E. Becker in Berlin hat ebenfalls eine Sicherheitskurbel construirt, und giebt Fig. 64 und 65, Tafel VI, ein Bild dieser Construction, und zwar in der Anwendung auf einen Krahn. Es ist *a* ein Theil einer Krahnwand, *b* die in der Wand gelagerte Kurbelwelle, *c* ein loses, auf diese Welle aufgestecktes Trieb des Krahnräderwerkes, fest zusammengegossen mit einer innen bearbeiteten Frictionsscheibe; die Kurbeln und das kleine Trieb *d* sind auf der Kurbelwelle fest, lose ist dagegen noch das Sperrrad *e* und die mit ihm durch Stehbolzen verbundene Blechscheibe *f*. Zwischen *e* und *f* befinden sich drehbar auf Bolzen zwei Daumen *g*, welche mit Verzahnung in das Trieb *d* eingreifen. Dreht man die Kurbelwelle in derjenigen Richtung, welche eine Hebung der Last bedingt und welche gleichzeitig durch den inneren, eingelegten Sperrzahn dem Sperrrade erlaubt wird, so kommen die beiden Daumen *g*, noch unterstützt durch die Federn *h*, zur Anlage an die Frictionsscheibe des Rades *c*, und diese letztere wird in gleichem Sinne mitgenommen, bewirkt also eine Hebung der Last. Läfst der Arbeiter aus irgend einem Grunde die Kurbel los, so tritt sofort ein Stillstehen der Last (Freischweben) ein; eine kleine Drehung der Kurbel in entgegengesetztem Sinne löst die Kuppelung der Daumen *g* mit der Frictionsscheibe aus, und die Last sinkt, ohne dafs die Kurbelwelle rotirt, so lange der Arbeiter die Kurbel selbst festhält. Läfst er sie los, so bewirken die Federn wiederum ein Anlegen der Daumen an die Frictionsscheibe, und die Last steht wiederum still.

Wird die Nabe des Rades *c* verlängert und auf derselben die in dieser Zeitschrift im Juliheft 1881 und in der Wochenschrift No. 51 von 1881 dargestellte und ebenfalls von Becker construirte Geschwindigkeitsbremse angebracht, so hat der Arbeiter sich um das Niedersinken der Last gar nicht zu bekümmern, vielmehr wird dies selbstthätig bewirkt, wie sich dies aus dem Folgenden näher ergiebt.

Fig. 66 und 67, Tafel VI, zeigen nämlich die Anwendung dieser Geschwindigkeitsbremse für einen Fahrstuhl, und zwar wird bezweckt, bei einem etwaigen Reifsen der Ketten oder Taue den Fahrkorb nicht an seiner Stelle festzuhalten, sondern ihn langsam und gefahrlos niedersinken zu lassen.

Zu dem Ende ist an dem Gerüst des Fahrkorbes auf der einen Seite die Geschwindigkeitsbremse *a* befestigt, auf deren Welle das Zahnrad *b* aufgesetzt ist, welches in die Zahnstange *c* eingreift. Diese Zahnstange ist an der Seitenwand des Schachtes, innerhalb dessen der Fahrkorb sich bewegt, angebracht. Reifst das Seil, an welchem der Fahrkorb hängt, und stürzt letzterer herab, so wird bei dem Fall die Geschwindigkeitsbremse durch das Rad *b* in Thätigkeit versetzt, welche nun ihrerseits die Umdrehungsgeschwindigkeit jenes Rades und damit die Fallgeschwindigkeit des Fahrkorbes selbst regulirt. Selbstredend sind Vorrichtungen getroffen, welche verhindern, dafs Zahnrad und Zahnstange aufser Eingriff kommen.

Die dieser Anordnung zu Grunde liegende Anschauung ist als höchst beachtenswerth zu bezeichnen. Bei den sonstigen Bestrebungen, welche darauf abzielen, bei Brüchen der Seile die Fahrkörbe mittelst Fangvorrichtungen festzustellen, sind stets Stofswirkungen vorhanden, und liegt die Gefahr nahe, dafs die zum Abfangen bestimmten Theile der Construction infolge dieser Stofswirkung selbst brechen. Wenn dies aber auch nicht der Fall sein sollte, so mufs unter allen Umständen der festgestellte Fahrkorb so wie so nach unten geschafft werden, und erscheint es nur logisch, wenn Becker versucht, dieses selbstthätig zu bewirken. Schreiber dieses hat übrigens Gelegenheit gehabt, über die Brauchbarkeit der Becker'schen Anordnung in der Praxis ein höchst günstiges Urteil zu gewinnen.

Die hydraulischen Aufzüge mit directem Hub, bei welchen der Plungerkolben in fester Verbindung mit dem Fahrkorb steht und demnach den vollen, von diesem zu machenden Weg zurücklegen mufs, galten früher als absolut sicher, da ein plötzliches Herabfallen des Plungerkolbens, somit auch des Fahrkolbens, nicht gut denkbar ist. Ein Unfall im Grand Hôtel zu Paris, welcher an einem solchen Fahrstuhl sich ereignete, belehrte eines anderen. Der Unfall wurde hervorgerufen durch einen Bruch an der Verbindungsstelle zwischen Plunger und Fahrkorb; der losgelöste Fahrkorb hing nur noch in den Gegengewichtsketten und wurde infolge dessen von den Gegengewichten mit solcher Geschwindigkeit in die Höhe gezogen, dafs er oben anschlug, hierdurch sich von den Ketten losrifs und nunmehr frei in den Führungsschienen hinabstürzte und den Tod der Insassen herbeiführte. Der Kolben war unterdessen durch sein eigenes Gewicht niedergegangen.

Im Central-Hotel in Berlin befinden sich zwei hydraulische Fahrstühle zur Personenbeförderung, construirt von Hrn. E. Blum, Director der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Actiengesellschaft, bei welchen der Verbindung zwischen Fahrkorb und Plunger die gröfste Sorgsamkeit geschenkt ist. Wie in Fig. 68, Tafel VI, ersichtlich, trägt der Plunger *a* eine Verstärkung *b*, an welcher die Winkeleisen *c* befestigt sind, welche eine starre Verbindung mit dem Fahrkorb selbst herstellen; solcher Winkeleisen sind 6 vorhanden. Sollte gegen alle Erwartung diese Verbindung plötzlich aufgehoben werden, so treten die Sicherheitsketten *d* in Thätigkeit, welche aufser-

dem noch angebracht sind und alsdann die Verbindung zwischen Plunger und Fahrkorb herstellen.

Was die Sicherung der Fahrkörbe gegen Herabfallen durch Fangvorrichtungen betrifft, so bietet diese Zeitschrift bereits ein derartiges Material, dafs an dieser Stelle darauf einzugehen überflüssig erscheint. Wir werden bei Besprechung der im Gruben- und Bergwerksbetrieb getroffenen Sicherheitsmafsregeln Gelegenheit haben, hierauf genauer zurückzukommen.

Die Nothwendigkeit selbst, Fangvorrichtungen in allen Fällen anzubringen, in welchen Fahrstühle zur Personenbeförderung dienen, wird allseitig anerkannt, und machen sich einzelne Stimmen geltend, welche verlangen, nicht nur, dafs die Maximalzahl der auf einmal zu befördernden Personen deutlich erkennbar am Fahrstuhl selbst angeschrieben sei, sondern dafs derselbe so zu sagen behördlich für diese Personenzahl concessionirt werde.

Für Fahrstühle, welche nur zur Beförderung von Lasten dienen, wird gefordert, dafs die Tragfähigkeit deutlich angegeben sei und dafs ein Ueberlasten mit Strafe belegt werde. Dieselbe Strafe hätte denn auch bei den Personenfahrstühlen einzutreten, wenn mehr Leute, als reglementsmäfsig gestattet, auf einmal befördert werden.

Für wünschenswerth wird ferner erachtet, in den verschiedenen Etagen Vorrichtungen zu treffen, mittelst welcher der Fahrkorb für das Be- und Entladen festgestellt werden kann, und zwar möglichst selbstthätig.

Der Raum, innerhalb dessen sich der Fahrkorb bewegt, soll mit Latten verschlagen und die Zugänge zu demselben in jeder Etage mit Barrieren verschlossen sein; kleine Oeffnungen, durch welche der Kopf hindurchgesteckt werden kann, sind grundsätzlich zu vermeiden.

Mehrere in Berlin an Fahrstühlen vorgefallene Unglücksfälle weisen auf die Nothwendigkeit hin, dafs Einrichtungen getroffen werden, durch welche der Fahrstuhl sich selbstthätig ausrückt und alsdann feststellt. Es ist nämlich vorgekommen, dafs der den Fahrstuhl dirigirende Arbeiter denselben nicht rechtzeitig zum Stillstand gebracht hat, so dafs er oben anschlug, von den sich immer weiter aufwickelnden Gurten abrifs und hinabstürzte. Wenn auch nicht immer ein Herabstürzen erfolgt, so werden doch in solchen Fällen die Gurte derartig beansprucht und geschwächt, dafs ein plötzlicher Bruch früher oder später erfolgen kann. Diese Fälle sind leider mehrfach eingetreten und haben Verletzungen im Gefolge gehabt. Wird nun aber ein selbstthätiger Ausrücker angebracht, welcher nach Analogie der Umsteuerung an Hobelmaschinen durch eine am Fahrstuhl sitzende Knagge die Riemenführung bewegt, eine Arretirung bewirkt, so wird die erwähnte Quelle der Gefahr an Fahrstühlen beseitigt.

In vielen Etablissements herrscht noch die als Unsitte zu bezeichnende Gewohnheit, dafs die Benutzung der Fahrstühle jedem freisteht. Es ist dringend nothwendig, dafs die Aufsicht über die Fahrstühle nur ganz bestimmten Personen übertragen wird, ohne deren Zuziehung nicht das geringste vorgenommen werden darf, und sei es gestattet, zum Beweise, dafs diese Anschauung auch wirklich sich in der Praxis geltend gemacht hat, eine darauf bezügliche Anordnung wörtlich anzuführen.

Warnung!

> An dem Fahrstuhl dürfen nur die dafür angestellten und damit besonders beauftragten Personen die ihnen aufgetragenen Verrichtungen ausüben.
>
> Alle Anderen haben davon weg zu bleiben, und tragen sie, wenn sie durch irgend eine Handlung einen Unfall herbeiführen, alle Verantwortlichkeit selbst und allein.
>
> Die Barrieren sind nach jeder Benutzung sofort zu schliefsen.
>
> gez. Schoeller, Mevissen & Bücklers.

Für die Benutzung des Fahrstuhles selbst dürfte als Regel festzuhalten sein, dafs vor jedesmaliger Inbetriebnahme desselben von dem mit dem Betriebe beauftragten Arbeiter ein deutlich hörbares Signal gegeben wird, um anzuzeigen, dafs nunmehr ein jeder Zugang dritten Personen untersagt ist.

Eine genaue, in bestimmten Zeiträumen zu wiederholende Controlle sämmtlicher Theile der Fahrstühle ist selbstredend überall vorzunehmen, und hat sich diese Controlle besonders mit dem Zustande der etwa vorhandenen Gurte zu befassen.

Zu den Apparaten und Einrichtungen, welche einer besonderen Beaufsichtigung bedürfen, gehören ferner diejenigen, in welchen mittelst directen Dampfes Processe des Kochens, des Dämpfens u. s. w. vorgenommen werden, wie die Dampfkochgefässe, Montejus, Lumpenkocher u. s. w., u. s. w.

Von den verschiedensten Seiten wird die Nothwendigkeit betont, diese Apparate in ähnlicher Weise zu behandeln, wie die Dampfkessel selbst, d. h. sie mit Sicherheitsventilen, Manometern u. s. w. auszurüsten, sie vor Inbetriebnahme einer Druckprobe zu unterwerfen, sowie endlich sie von Zeit zu Zeit bezüglich ihres Zustandes zu prüfen. In sachgemäfs eingerichteten und geleiteten Fabriken wird wohl von selbst in der angedeuteten Richtung verfahren, aber doch machen sich Stimmen geltend, welche eine behördliche Ueberwachung solcher Apparate für angezeigt erachten; dafs in diesem Falle die Handhabung der Controlle so recht in das Gebiet der Kesselrevisionsvereine fällt, ist selbstredend.

Für Heizcylinder der Textilindustrie, sowie für Pressen mit Dampfplatten und für Dampföfen zum Erhitzen der Prefsplatten werden ähnliche Mafsnahmen als wünschenswerth hingestellt.

Von Wichtigkeit für den Betrieb der Kochgefäfse sind in Sonderheit die Reductionsventile. Leider liegen begründete Urteile über die gröfsere oder geringere Zuverlässigkeit dieser oder jener Construction nicht vor; es kann also an dieser Stelle auf dieselben nicht weiter eingegangen werden.

In den Fabriken, in welchen mittelst Balanciers Stanzarbeiten ausgeführt werden, sind Arbeiter nicht selten dadurch verletzt worden, dafs sie von den Schwungkugeln getroffen wurden, und zwar sowohl diejenigen Personen, welche am Balancier selbst arbeiteten, als auch solche dritte, welche zufällig an ihm vorbeigingen.

Wir haben Gelegenheit gehabt, die in Fig. 69, Tafel VI, dargestellten Einrichtungen mehrfach in Betrieb zu sehen und auch weiter empfehlen zu können. An dem Querarm *a*, an welchem die Schwungkugeln *b b* sich befinden, ist rechtwinklig noch der leichte schmiedeiserne Arm *c c* angebracht; das auf diese Weise entstandene Kreuz ist durch einen aus Flacheisen gebildeten Ring *e* verbunden, welcher die Bahn des äufsersten Punktes der Schwungkugeln darstellt. Es ist einleuchtend, dafs, wenn nunmehr Jemand sich der Bahn der Schwungkugeln nähert, er zwar von dem dieselben verbindenden Ring gestreift werden kann, aber gegen Schläge der Kugeln selbst gesichert ist. Bei gröfseren Balanciers wird der Ring aufser durch den Querarm *a* noch durch vier andere gehalten. Die Vorrichtung ist einfach und wenig kostspielig und verdient also eine gewisse Beachtung.

An den Satinirwalzen werden häufig den dabei beschäftigten Arbeitern die Finger gequetscht, wenn sie beim Einführen des Papieres nicht vorsichtig verfahren. Fig. 70, Tafel VI, giebt eine überall leicht anzubringende Schutzvorrichtung an. Vor den Walzen *a* und *b* ist, wie gewöhnlich, ein Auflegetisch *c* angebracht, auf welchem die schräg liegende Platte *d* aufgestellt ist. Das zu satinirende Papier, Pappe u. s. w. wird in den Winkel *α* eingeführt, und ist es jetzt unmöglich, dafs ein Arbeiter den Walzen überhaupt zu nahe kommen kann.

Fig. 71, Tafel VI, zeigt eine zweite, aus Amerika stammende Einrichtung. *abc* ist ein etwa 2 bis 3cm breites Segment aus Federstahl, welches von der Stange *d* getragen wird, welche letztere lose auf der Querstange *e* ruht, so dafs das Segment durch das Gewicht *f* leicht gegen die obere Walze angedrückt wird. Zu jeder Walze gehören zwei solcher Segmente, eines an jedem Ende. Der zu satinirende Bogen wird auf der oberen Walze bei *g* leicht angeklebt und von dieser in der Richtung des Pfeiles mitgeführt. Nach erfolgter Pressung trennt das Segment den Bogen von der oberen Walze und legt ihn selbstthätig um die nächste Walze. Man sieht, dafs die Hände der einlegenden Arbeiter mit gefährlichen Theilen nicht in Berührung kommen können. Der Apparat soll sich in Papierfabriken und in einer Fabrik für Zinnfolie bewährt haben.

Wenn Walzen geputzt oder gereinigt werden, ist genau darauf zu achten, dafs die Arbeiter sich auf der Seite befinden, auf welcher die Walzen auseinander laufen; wird darauf nicht Rücksicht genommen und wickelt sich der Arbeiter dabei die Putzwolle sogar noch um die Hand, statt sie mit den Fingern zu fassen, so ist erklärlich, dafs gerade das Reinigen der Walzen hier und da als besonders gefährlich bezeichnet wird.

Bezüglich der Einrichtungen, welche zur Sicherheit der Arbeiter in Walzwerken getroffen sind, wurde schon früher auf die von Hrn. Wilmsmann angegebene Anordnung aufmerksam gemacht, um an Schnellwalzwerken die Arbeiter gegen brechende Riemen zu schützen. Die gefährlichen Kuppelungen an den Walzen werden allgemein mit Gittern oder Kasten umfriedigt, jedoch ist darauf zu achten, dafs diese letzteren so befestigt sind, dafs sie auch bei starkem Anlehnen bezw. Fallen eines Arbeiters gegen dieselben nicht von ihrer Stelle gerückt werden können.

Bei Puddelöfen sind Explosionen nicht immer ausgeschlossen. Herr Director Metzler (Funcke & Elbers, Hagen) empfiehlt, der gewöhnlichen Methode entgegen, die Arbeitsthür am Puddelofen beim Kühlen nicht zu verriegeln; die etwa entstehenden Explosionen finden alsdann leichteren Ausgang und werden weniger verderblich.

Hr. Bödeker, Director des Walzwerkes Werdohl, empfiehlt für die stets mitlaufenden Maulscheeren eine Kappe, welche beim Gebrauche gelüftet oder weggenommen wird.

Die Möglichkeit, ein Wasserrad ohne Kropf plötzlich abzustellen, ist durch Fig. 72, Tafel VI, angedeutet. An einem Seil *a*, welches über eine Rolle läuft, hängt der Blechschieber *b*. Soll das Rad angehalten werden, so wird der Schieber heruntergelassen, welcher nunmehr das Wasser verhindert, in die Zellen des Rades einzutreten, wodurch das letztere fast momentan zum Stehen gebracht wird. Hr. Ernst Schwamborn, der diese Construction mitgetheilt hat, fügt hinzu, dafs er in Folge localer Verhältnisse auf dieselbe geführt worden sei.

Bei oberschlächtigen Wasserrädern empfiehlt es sich ferner, stets für eine besondere Abstützvorrichtung derselben zu sorgen. Wenn die Schützen, was meistens der Fall ist, nicht absolut dicht schliefsen, so kann es vorkommen, dafs durch das tropfenweise in die Radzellen eintretende Wasser das Rad in Bewegung gesetzt wird.

In Brauereien sind Unglücksfälle mehrfach dadurch herbeigeführt worden, dafs Arbeiter in die mit heifsen Flüssigkeiten gefüllten Pfannen oder Bottiche hineingestürzt sind; diese Gefahr lässt sich einfach durch passend angebrachte Hauben beseitigen, wie die von W. Stavenhagen in Halle a/S. in Fig. 73 und 74, Tafel VI, angegebenen Constructionen zeigen, wovon die erste sich auf eine Maischpfanne, die zweite auf einen Maisch- oder Läuter-Bottich bezieht.

In Fig. 73 ist die Maischpfanne *a* mit einer Haube *b* versehen, in welcher sich die Schiebethür *c* befindet; die Dämpfe werden durch das Dunstrohr *d* abgeleitet.

Der in Fig. 74 dargestellte Maischbottich *a* ist mit dem Deckel *b* abgedeckt, welcher, an Ketten hängend, nur durch das Gegengewicht *c* ausgeglichen, mit Leichtigkeit gehoben und gesenkt werden kann; der Deckel selbst wird in den Führungssäulen *dd* geführt.

Ein Blick auf die Zeichnungen zeigt, dafs danach ausgeführte Constructionen allen Anforderungen an Sicherheit genügen dürften; der herkömmliche Betrieb der dargestellten Apparate wird in keiner Weise gestört, die zu verarbeitenden Massen können genau beobachtet werden; es werden somit auch keine höheren Anforderungen an das Arbeitspersonal gestellt.

Bei dem Eindampfen von Laugen, aus welchen sich Salze ausscheiden, mufs das Ansetzen von Krusten aus den ausgeschiedenen Salzen an den Blechwänden durch Rühren vermieden werden; hierbei sind Unfälle dadurch entstanden, dafs Arbeiter in die heifsen Flüssigkeiten hineingefallen sind.

Der mechanische Eindampfapparat von Thelen soll dieser Gefahr vorbeugen; derselbe ist in Fig. 75 und 76, Tafel VI, dargestellt. Das Eigenthümliche dieses Apparates besteht darin, dafs die sich ausscheidenden Salze durch oscillirende, freihängende Schaufeln ununterbrochen von den Wänden der Eindampfpfannen abgenommen und aus der Pfanne herausgeschafft werden.

Der Apparat selbst besteht aus einer halbcylindrischen, aus Schmiedeisen gefertigten Pfanne *a*, deren innere Fläche vollständig glatt ist.

Die Pfanne wird an den Stirnwänden durch die beiden Gufsplatten *b* und b_1 getragen, an welchen sich die Lager für den Bewegungsmechanismus befinden.

An der durch Strebestangen *c* abgesteiften Hauptwelle *d*, welche durch Schneckenrad *e* und Schnecke *f*, sowie Antriebscheibe *g* getrieben wird, sind vier Stangen *h* aus Rundeisen angebracht, welche parallel zur Welle *c* liegen und mit dieser durch die Stützen *i* verbunden sind. An den horizontal liegenden Stangen *h* hängen die Schaufeln *k*.

Die Schaufeln sind freihängend und im Winkel zur Längsachse des Apparates stehend angeordnet, und legen sich bei der Drehung der Achse durch ihr eigenes Gewicht dicht an die innere Wandung der Pfanne.

Die Stellung der Schaufeln zu einander ist so gewählt, dafs das aus der Flüssigkeit sich abscheidende Salz ununterbrochen nach dem einen Ende der Pfanne hin- und daselbst von der Schaufel *l*, welche ebenfalls freihängend, jedoch nicht schräggestellt ist, herausgeschafft wird.

Die Feuerung geschieht von unten und dürfte ohne Weiteres verständlich sein.

Nach den vorliegenden Mittheilungen soll ein Arbeiter genügen, um drei solcher Apparate zu bedienen. Wir halten den Apparat für empfehlenswerth, nicht nur, weil er für die Arbeiter eine genügende Sicherheit bietet, sondern auch, weil er seiner Construction nach ein günstiges Resultat bezüglich der Ausnutzung des Brennmateriales in Aussicht stellt.

Die strahlende Wärme der Zinköfen hat eine grofse Belästigung der Arbeiter im Gefolge, und hat sich die Gesellschaft Altenberg bemüht, dagegen Abhülfe zu schaffen, und zwar durch die in Fig. 77 und 78, Tafel VI. dargestellten Einrichtungen.

Vor der Arbeitsseite des Zinkofens sind die eisernen Schutzschirme *a a* angebracht, welche an Ketten hängend durch die Gegengewichte *b* ausgeglichen sind. Diese Schirme sind nur so hoch, dafs sie die Hälfte der Retortenreihen nach vorn verschliefsen, so dafs also, soll an den unteren Retorten gearbeitet werden, die oberen abgeschlossen sind, und umgekehrt. Die Belästigung der Arbeiter durch die Hitze ist also auf ein möglichst geringes Mafs beschränkt.

Die Treppenroste machen bei ihrer Bedienung insofern Schwierigkeiten, als bei Beseitigung der unten an der letzten Stufe angesammelten Schlacke die Arbeiter, da sie dem Rost ziemlich nahe kommen müssen, von der Hitze sehr zu leiden haben. Hr. Director Wilmsmann verdeckt durch eine in Charnieren hängende Blechplatte, welche im Moment des Abschlackens vor die Treppenstufen vorgebracht wird, den Rost gänzlich und läfst ferner auf die dem Rost zugewendete Seite der Platte Wasser laufen. Zu diesem Ende ist bei der obersten Treppenstufe ein mit feinen Löchern versehenes Rohr angebracht, welches über die ganze Breite des Rostes fortgeht. Der Verfasser hat Gelegenheit gehabt, sich von der aufserordentlichen Brauchbarkeit dieser einfachen Einrichtung zu überzeugen. Da der gute Gang der Treppenroste wesentlich von dem richtigen Abschlacken abhängt, so wird der Gang der Feuerung selbst auch ein besserer sein, sobald diese beschwerliche Arbeit dem Schürer nach Möglichkeit erleichtert wird.

Eine wichtige Frage ist diejenige, welche sich mit der Lüftung der Arbeitsräume beschäftigt. Wenn es auch fraglich erscheint, ob und wie weit eine gute Ventilation zu den »Schutzvorrichtungen« im engeren Sinne gehört, so dürfte eine darauf bezügliche Bemerkung immerhin auch hier Platz finden. Eine ziemlich einfache Einrichtung, welche sich gut bewährt haben soll, ist in Fig. 79, Tafel VI. dargestellt. In dem zu lüftenden Raum ist zum Eintritt der Luft das Rohr *a* angebracht, welches aufsen mit einem Drahtgitter zum Schutze gegen Staub versehen und im Innern mit der Regulirungsklappe *b* ausgerüstet ist; die Mündung des Rohres *a* im Innern ist etwa 1,75 bis 2,00^{m} vom Fufsboden entfernt. Die Abfuhr der Luft geschieht durch das Blechrohr *c*, welches unten eine dem Querschnitt des Rohres *a* entsprechende Oeffnung *d*, oben aber eine nur $^{1}/_{8}$ so grofse Weite *e* hat. Legt man das Rohr *c* in die Nähe des Ofens, so wird die Wirkung vermehrt; je nach Gröfse des zu lüftenden Raumes werden je ein, zwei oder mehrere Zuführungs- und Abführungsrohre angeordnet.

Wenn nun noch auf die allgemeinen, baulichen Einrichtungen der Fabriken ein Blick geworfen wird, so mufs auf die Gefahr hingewiesen werden, welche für die Arbeiter aus dem Vorhandensein nur einer Treppe im Fall eines Brandes erwächst, sobald eine grofse Anzahl Personen in über einander liegenden, mit dieser Treppe verbundenen Sälen beschäftigt werden; in solchen Fällen ist die Anbringung von festen Rettungsleitern, falls eine zweite Treppe nicht beschafft werden kann, unbedingt erforderlich. Fig. 80 und 81, Tafel VI, geben eine Darstellung des Systemes Desiré Dupuis. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, sind vor den Fenstern Podeste vorgelagert, welche mit eisernen Leitern von etwa 0,55^{cm} Breite mit einander verbunden sind. Diese Einrichtung läfst sich leicht überall anbringen.

Unter den Einrichtungen, welche zum Schutz der Arbeiter gegen Gefahr für Leben und Gesundheit getroffen werden können, giebt es verschiedene, deren Benutzung ganz allein von den Arbeitern selbst abhängig ist, und sind hierbei besonders die Schutzbrillen und Respiratoren zu nennen. Es liegen verschiedene Fälle vor, welche die Nützlichkeit der Schutzbrillen auf das Bestimmteste beweisen, und möge gestattet sein, zu vermerken, dafs die grofsen Berliner Maschinenbau-Anstalten ihren Arbeitern Schutzbrillen, als zum Werkzeug gehörig, aushändigen; aber ebenso mufs auch erwähnt werden, dafs sehr häufig die Schutzbrillen nur getragen werden, so lange der Chef in der Nähe ist. Mit den Respiratoren sind ähnliche Erfahrungen zu vermerken.

Durch nicht dicht anliegende Kleidungsstücke ist schon manches Unglück herbeigeführt worden; leider können sich die Arbeiter nicht von der Blouse trennen, welche mit ihren weiten Aermeln nur zu oft in Zähnen, Schrauben u. s. w. sitzen bleibt. Wenn auch nicht verkannt werden kann, dafs die Blouse ein sehr bequemes und billiges Arbeitskleid ist, so ist doch auf ihre Beseitigung hinzuwirken, und kann es einem Fabrikbesitzer nicht verargt werden, wenn er in seiner Fabrikordnung auch vor Blousen warnt.

Die Nothwendigkeit von Fabrikordnungen selbst macht sich immer mehr geltend und wird auch in den eingesandten Mittheilungen besonders betont.

Wenn nun auch verschiedene Fabrikordnungen vorliegen, so erscheint es dennoch bedenklich, dieselben hier wörtlich zum Ausdruck zu bringen. Ein jedes Etablissement ist ein Organismus für sich, welcher zwar von allgemeinen Grundsätzen aus betrachtet werden kann, dessen besondere Einrichtungen aber von meist örtlichen Verhältnissen abhängig sind. Es wird also kaum angehen, allgemein gültige Fabrikordnungen aufzustellen. Die Forderung aber kann durchgeführt werden, dafs die Arbeiter allerorts durch die Fabrikordnungen auf die mit dem besonderen Betrieb verbundenen Gefahren aufmerksam gemacht, sowie, dafs ihnen Verhaltungsmafsregeln gegeben werden, wie sie diese Gefahren am besten vermeiden können.

Die zur Besprechung vorliegenden Mittheilungen beziehen sich nun nicht allein auf oberirdische Betriebe, es ist vielmehr eine Reihe der schätzbarsten Angaben eingesandt worden, welche, vom Aachener Bezirksverein gesammelt, besonders für den Bergbau gelten.

Wenn auch bei dem Betriebe von Gruben und Bergwerken sich Verschiedenheiten stets auffinden lassen werden, welche durch örtliche Verhältnisse hervorgerufen werden, so sind diese Verschiedenheiten denn doch nicht so grofs wie in gewerblichen Anlagen gleicher Art über der Erde, und ist es daher auch leichter, bezüglich des unterirdischen Betriebes allgemeine Regeln aufzustellen.

Die für die Wartung und den Betrieb an Motoren und Dampfkesseln überhaupt als nothwendig erachteten Schutz- und Sicherheitsvorrichtungen werden auch von Seiten der Grubenverwaltungen empfohlen, und erscheint es überflüssig, nochmals auf diese Einrichtungen zurückzukommen. Ebenso braucht an dieser Stelle auf das Kapitel der Fangvorrichtungen nicht näher eingegangen zu werden, da dieselben

bereits in ausgiebigster und sachgemäfser Weise in dieser Zeitschrift und zwar in Band XII, 1868 in einem Artikel von Hrn. Malmedie über Fangvorrichtungen für Fördergefäfse behandelt worden sind.

Die sonst vorliegenden Mittheilungen beziehen sich nicht auf ausgeführte Constructionen, sondern geben vielmehr Gesichtspunkte darüber, worauf bei dem Betriebe der Bergwerke besonders zu achten ist. Die darauf bezüglichen Angaben stimmen aber im Wesentlichen überein, und da die Verwaltung der Grube Silistria der Stolberger Gesellschaft sich am ausführlichsten ausgesprochen hat, erscheint es angezeigt, an der Hand dieser Mittheilungen genauer auf den Gegenstand einzugehen.

Betrieb der Grube.

1. Als Beaufsichtigungsbeamte werden nur durchaus nüchterne, tüchtige und gewandte Leute verwendet.
2. Instructionen und Reglements setzen u. A. fest, was zur Sicherheit der Arbeiter beobachtet werden mufs.
3. Es erfolgt überall eine Trennung der Fahr- und Förderrollen.
4. Die Strecken haben hinreichende Weite, um dem Arbeiter zu gestatten, neben den Förderwagen sich aufzustellen.

Ferner beobachtet man:

5. Absperrung von Hornstätten, auf denen kein Betrieb stattfindet.
6. Hinreichend starke Fahrten, starke Befestigung derselben.
7. Anbringung von Schutzbühnen in nicht zu weiten Zwischenräumen.
8. Dauerhafte und Sicherheit bietende Förderseile.
9. Abschlufs des Schachtes (selbstthätig) bei der Förderung.
10. Hinreichende Stärke der Förderkörbe, der Leitbäume.
11. Seilfahrten nur zu Arbeiten im Schachte und zur Untersuchung des Schachtes, und sonst in Ausnahmefällen bei Unglücken erlaubt.
12. Periodische Untersuchung der Förderseile.
13. Oefteres Schmieren der Förderdrahtseile.
14. Untersuchung der Verbindung zwischen Seil und Förderkorb.
15. Tragen der Gezähe durch die Arbeiter auf der Fahrung unstatthaft.
16. Anbringung von Schutzbühnen in Gesenken während des Abteufens.
17. Auswahl hinreichend starker und zuverlässiger Förderknechte.
18. Verhütung von Holz- und Gezähtransport in Gesenken, so lange Arbeiter auf der Sohle beschäftigt sind.
19. Dauerhafte Verbindung zwischen Haspelhorn und Welle.
20. Beim Abteufen wird darauf gesehen, dafs die Fördergefäfse nicht überfüllt werden.
21. In Schächten aus Gesenken wird strenge darauf gehalten, dafs die Zimmerung mit Latten oder Brettern genügend bekleidet wird, damit die Kübel sich nicht fangen oder aufsetzen und dann umschlagen können.
22. Bei der Förderung mittelst Kübeln wird darauf geachtet, dafs der heraufgezogene nicht mit dem abwärts gehenden zusammenstofsen kann.
23. Hornstätten werden nicht zu klein angelegt, damit die Haspelknechte unbehindert ihre Arbeit verrichten können, auch damit ein Zurückrollen des geförderten Haufwerkes vermieden wird.
24. Besondere Aufmerksamkeit wird darauf verwendet, dafs von Schacht- und Gesenköffnungen alle nicht durchaus nöthigen Gegenstände entfernt werden.
25. Herstellung von Schutzbühnen und Schutzkammern in den Stöfsen.
26. Controlle Seitens der Grubenbeamten am Ende der Schicht ob die Belegschaft, welche eingefahren ist, auch vollzählig wieder ausfährt, ob Niemand zurückgeblieben.
27. Controlle Seitens der Grubenbeamten, dafs die abgelöste Schicht der angefahrenen die Arbeit übergiebt und selbige mit etwaigen Vorsichtsmafsregeln, betreffend stehengebliebene Schüsse u. s. w. bekannt macht.
28. Controlle der Zimmerung in Strecken, Schächten, Rollen u. s. w., namentlich dafs die Thürstöcke rechtwinklig zur Achsenlinie der Strecken u. s. w. stehen; Untersuchung der Zimmerung auf Fäulnifs.
29. Untersuchung mittelst des Fäustels, ob die Gebirgsmassen sich nicht losgezogen haben.
30. Beobachtung der Klüfte, Schichten, Risse, der Bergrutschungen und event. Messen derselben.
31. Sorgfältige Beobachtung der Abbaupfeiler beim Firsten-, Quer- und Stockwerksbau.
32. Verspreitzung der Strecken in Firsten und Sohle und Ort bei schwimmendem Gebirge.
33. Sämmtliche Fahrrollen sind mit einem sog. »Schlage« versehen.
34. Bei der Fahrung wird darauf gesehen, dafs die Fahrten wenigstens 1 m über den Bühnen vorstehen; wo dieses Umstände halber nicht auszuführen ist, da lässt man eiserne Klammern zu Handgriffen anbringen.
35. Bei Fahrschächten wird darauf gehalten, dafs die fahrende Mannschaft sich ruhig und ordentlich verhält; dabei wird nur die Mitnahme von Lebensmitteln und Munition gestattet.
36. Bei allen Arbeiten, besonders streng aber bei denen in der Grube, ist das Mitbringen und Trinken von Brantwein untersagt.

Signalvorrichtungen.

Dem Signalisiren wird ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt; als einfachste und zugleich zweckmässigste Vorrichtung zum Signalisiren wird allseitig der Hammer betrachtet.

Zum richtigen Verständnifs des Signals empfiehlt es sich, auf jeder Anschlag- und Abziehbühne eine Tafel anzubringen, auf welcher die Bedeutung der Hammerschläge leicht in die Augen fallend angegeben ist, auch sind Sprachrohre in den Hauptschächten angebracht, sowie Glockensignale vorhanden, bei denen gleichzeitig ein Zeiger durch seine Stellung anzeigt, dafs signalisirt ist, so dafs also ein Arbeiter, welcher während des Signalisirens nicht zur Stelle war, später unterrichtet ist, dafs ein Signal in seiner Abwesenheit gegeben wurde.

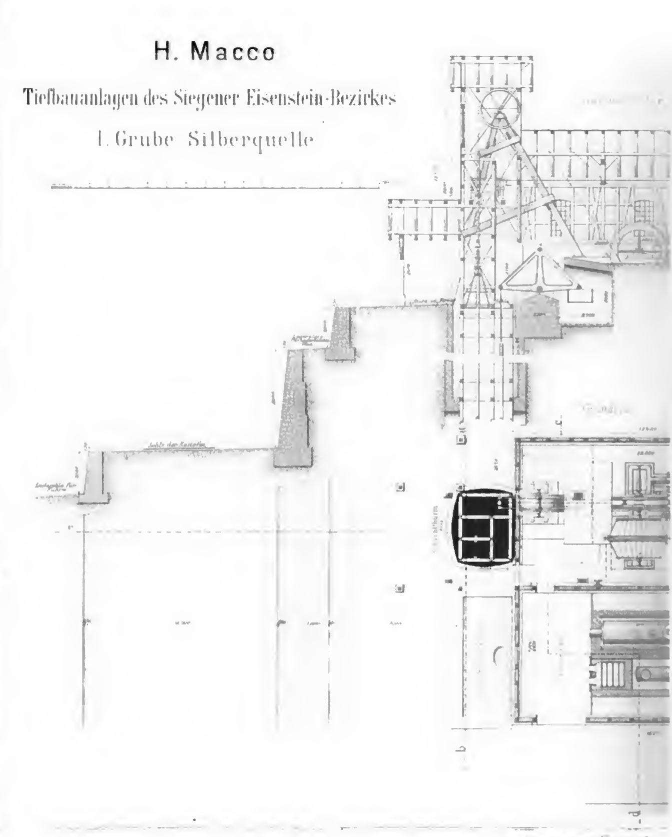
Aufbewahrung und Behandlung explosiver Sprengstoffe.

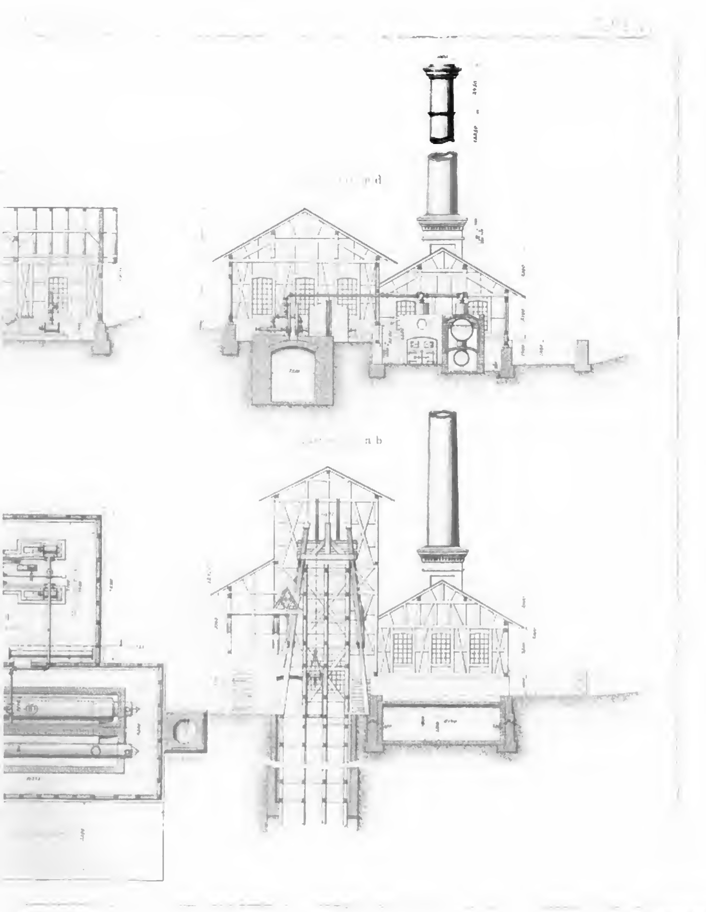
1. Die Aufbewahrung erfolgt in nicht zu grofsen Quantitäten.
2. Die Aufbewahrung erfolgt in isolirt liegenden, eigens nur diesem Zweck dienenden Baulichkeiten.
3. Diese Baulichkeiten sind mit einem Erdwalle umgeben.
4. An denselben sind Blitzableiter angebracht, für deren sorgfältigste Aufstellung und isolirte Befestigung bestens gesorgt wird.
5. Ferner wird gesorgt für trockene Lage der Baulichkeiten (Isolirschichten im Mauerwerk), um die Zersetzung des Dynamits, welche bei Feuchtigkeit leicht erfolgt, zu verhüten.

H. Macco

Tiefbauanlagen des Siegener Eisenstein-Bezirkes

I. Grube Silberquelle





6. Die Verausgabung der Sprengmaterialien erfolgt nur bei Tage von einer durchaus zuverlässigen, stets dazu bestimmten Person; die Ausgabe an die Arbeiter erfolgt nur in kleineren Quantitäten.
7. In der Grube erfolgt stets die Aufbewahrung des Dynamits u. s. w. in einer Kiste. Die Grubenbeamten bestimmen die Oertlichkeit der Aufstellung dieser Kiste.
8. Die Beamten machen die Arbeiter von Zeit zu Zeit auf die leichte Zersetzbarkeit des Dynamits und die hierdurch bedeutend gesteigerte Gefährlichkeit aufmerksam, da beispielsweise das abgesonderte Nitroglycerin in zerklüftetem Gestein durch den Bohrer zur Explosion gelangen kann.
9. In gefrorenem Zustande darf das Dynamit nur durch Körperwärme aufgethaut werden.
10. Den Arbeitern wird erklärt, wie leicht explodirbar die Zündhütchen bei plötzlichem Schlag oder Druck sind; die Wirkung des Knallquecksilbers wird veranschaulicht.
11. Unbedingt untersagt ist das Ausbohren versagter Schüsse.
12. Die Untersuchung des Zünders auf gleichmäfsiges Abbrennen derselben Längen erfolgt in bestimmten Zeitintervallen.
13. Häufig werden die Arbeiter examinirt, ob dieselben mit den Sicherheitsmafsregeln beim Sprengen hinlänglich vertraut sind.

Mit dem Gesagten ist das uns vorliegende Material erledigt und es sei nur gestattet, eine kurze Bemerkung hinzuzufügen.

Wenn auch die dargestellten und beschriebenen Schutzvorrichtungen sich nicht auf alle Gewerbe beziehen, wenn sogar manche Industriezweige überhaupt nicht zur Sprache gekommen sind, so können doch Analogien gezogen werden, und es wird sich sicherlich manches verallgemeinern resp. mit passender Umformung an anderen Stellen anwenden lassen. Aus dem Mitgetheilten aber läfst sich entnehmen, dafs der Sicherheit der gewerblichen Arbeiter gegen Gefahr für Leben und Gesundheit immer mehr und mehr Rechnung getragen wird, und nicht am wenigsten in den Kreisen des Vereines deutscher Ingenieure.

Tiefbauanlagen des Siegener Eisenstein-Bezirkes.

Von **Heinrich Macco**, Ingenieur in Siegen.

(Hierzu Tafel VII.)

In dem Folgenden soll versucht werden, den Lesern unserer Zeitschrift ein übersichtliches Bild über die Tiefbau-Anlagen eines der edelsten und bedeutendsten Vorkommen an Eisenstein im preufsischen Staate, desjenigen aus dem Gebiete des Siegerlandes, vorzuführen. Es wird nicht beansprucht, etwas technisch Neues zu bringen, sondern nur beabsichtigt, mit der Darstellung einer Anzahl charakteristischer Anlagen einen Ueberblick über die Entwickelung und den heutigen Stand dieser Anlagen in diesen wichtigen Bezirken zu geben.

Zur allgemeinen Orientirung sei Folgendes bemerkt. Der Abbau der Gruben unter der Thalsohle oder den tiefsten vorhandenen Stollenführungen hat erst seit 1861, dem Jahre der Eröffnung der ersten hiesigen Eisenbahn, in gröfserer Zahl und in gröfserem Umfange in unserem Bezirke angefangen. Erfahrungen über die Art der Eisensteingänge in gröfseren Teufen, über Qualität und Quantität lagen nicht vor. Eine der älteren vorhandenen gröfseren Tiefbauanlagen, die des Köln-Müsener Stahlbergs, hatte zudem so ungünstige Verhältnisse in der Tiefe gefunden, dafs man lange Zeit sich nur mit bangem Zagen zu dem Opfer grofser Ausgaben für diesen Zweck entschliefsen konnte und aus diesem Grunde zunächst die beabsichtigten Anlagen nur auf eine verhältnifsmäfsig geringe Teufe projectirte und diese dann auch noch in der zweifelnden Befürchtung einer geringen Förderung in der Ausdehnung und Leistungsfähigkeit aufs Aeusserste beschränkte.

Hierzu kam noch, dafs man keinerlei sichere Anhaltspunkte über die in gröfserer Tiefe zu erwartenden Wassermassen hatte und in den meisten Fällen in dieser Richtung blind zugreifen mufste. Dies ist leider sogar noch heute der Fall; Ausnahmen bilden nur diejenigen wenigen umfangreicheren Grubendistricte, welche für gröfsere Flächen eine gemeinsame Anlage machen und die Möglichkeit der Wasserzuführung aus der genauen Kenntnifs eines gröfseren Bezirkes annähernd sicher zu schätzen wissen.

Unter der grofsen Zahl der seit dem oben angegebenen Zeitpunkt ausgeführten Anlagen sind nun viele, bei denen die erwähnten Befürchtungen eingetroffen sind, und manche mehr oder minder kostspielige Maschinen- und Schachtanlage ist als Ruine in den schönen Thälern des Siegerlandes zu finden. Bei anderen, die Zahl ist leider nicht sehr grofs, ist das Gegentheil eingetreten: die ursprünglichen Anlagen haben weder für Förderung noch für Wasserhaltung genügt. Die Grubenbesitzer mufsten sich entschliefsen, mit Aufgabe der bisherigen Anlagen zu verhältnifsmäfsig starken neuen Maschinen- und Kesselanlagen überzugehen. Die Resultate der älteren Erfahrungen werde ich an einem entsprechenden Beispiel vorführen.

Die ganz neuen Tiefbauten endlich gehen fast sämmtlich von dem rationellen Bestreben aus, mit einer Anlage einen gröfseren Bezirk, eine Anzahl in irgend einer Form vereinigter, passend gelegener Gruben aufzuschliefsen. Sie sind so in der Lage, von vornherein ohne allzu grofse Belastung der einzelnen Gruben tüchtige, leistungsfähige Maschinen mit den nothwendigen Reserven anzulegen und die Gruben gegenüber jeder wechselnden Eventualität des Betriebes sicher zu stellen.

Hieraus entstehen naturgemäfs nur grofse Anlagen; neuere kleine oder mittelgrofse Anlagen kommen äufserst selten mehr zur Ausführung und sind nach Lage der Sache auch kaum mehr möglich.

Vor Eingang in den speciellen Theil meiner Aufgabe möchte ich für diejenigen Leser, welche mit dem zu behandelnden Bezirke weniger bekannt sind, einige wenige Angaben machen, die das Bild vervollständigen helfen werden.

Unter dem Gebiete des Siegerlandes verstehe ich im vorliegenden Falle nicht den engeren Kreis Siegen, sondern den ganzen Bergbaubezirk, der sich auf den Abbau desjenigen Eisensteinvorkommens stützt, dessen natürlicher Mittelpunkt die Stadt Siegen ist. Dieses Gebiet erstreckt sich insbesondere nach Südwesten weit über obigen engeren Bezirk und umfafst noch den gröfseren Theil des Kreises Altenkirchen. Nach einer statistischen Arbeit des Verfassers waren in diesem Bezirk im Jahr 1877

Gruben in Betrieb 334
» » Förderung . . . 264.

Es wurden gefördert an

Braun-, Roth- und Spatheisenstein . . .	846 861 Tonnen
Arbeiter waren beschäftigt	9 467 Mann
Maschinelle Tiefbauanlagen waren in Betrieb	71
Der Capitalwerth der Tiefbauanlagen betrug nach Schätzung . . . . excl. Werth der Bergwerke.	11 550 000 Mark
Der Capitalwerth für Wege- und Grubenanschlufsanlagen nach Schätzung . . .	3 398 385 »

In besseren Zeiten hatte sich die Zahl der in Betrieb befindlichen Gruben zeitweise bis zu 581 und die Anzahl der beschäftigten Arbeiter bis zu 12 114 gehoben.

Seit dem Jahre obiger Angabe hat sich nun die Zahl der betriebenen Gruben nicht unwesentlich vermindert, dagegen die Förderung ganz bedeutend erhöht. Es hängt dies in erster Linie mit der Vermehrung der Tiefbauanlagen zusammen; mit den nothwendigen gröfseren Anlagen ist eine schärfere Ausbeutung der betreffenden Gruben zur Rentabilität der Capitalien Hand in Hand gehend, und andererseits kommen zahlreiche kleinere Gruben in dem Augenblick zum Erliegen, wo sie, bis zur tiefsten Stollnsohle abgebaut, ohne Tiefbauanlage nicht weiter betrieben werden können.

Ich gehe nun zur Beschreibung einzelner Anlagen über.

Grube Silberquelle.

Diese Tiefbauanlage, welche auf Tafel VII aufgezeichnet ist, wurde im Jahre 1874/75 ausgeführt; sie kann als Beispiel einer soliden Anlage kleiner und einfacher Art gelten. Die bisherigen bergmännischen Arbeiten liefsen nicht auf eine sehr grofse Mächtigkeit der Eisensteingänge in der Teufe schliefsen; doch hoffte man, dieselben so zu finden, dafs die Anlage berechtigt wäre. Sichere Aufschlufsarbeiten lagen freilich nicht vor; ebenso wenig war auch nur annähernd ein Anhaltspunkt über die Quantität des zu erwartenden Wassers vorhanden. Infolge dessen wurde beschlossen, eine Zwillingsmaschine anzulegen, die mit getrennten, aber ausrückbaren Vorgelegen vorläufig sowohl Wasserhaltung als Förderung zu besorgen hätte.

Die Förderung wurde auf eine Teufe von 100 Lachter (rot. 210^{m}) unter Stollnsohle berechnet. Die Höhe von Schachtoberkante bis zur Sohle des vorhandenen Stollns betrug 17 Lachter (34^{m}).

Entsprechend den Dimensionen der vorhandenen Förderschächte wurde

die Netto-Einzellast einer Förderung . . = 500^{kg}
das Wagengewicht . . . . = 250^{kg}
das Gewicht des Förderkorbes . . . = 600^{kg}
und der Durchmesser des eisernen Drahtseiles = 30^{mm}

angenommen. Hiernach wurde der Durchmesser der konischen Seiltrommeln auf 2100 bezw. 2900^{mm} bei 850^{mm} Breite festgesetzt. Bei 60 Umdrehungen der Maschine und 12 Umdrehungen der Trommeln ergeben diese Mafse eine mittlere Seilgeschwindigkeit von 1570^{mm}; bei einer Förderteufe von 209,$_{25}$^{m} resultirt hieraus die Zeit eines Aufzuges = 2 Min. 13 Sec.
Aufenthalt zwischen je zwei Aufzügen zum
An- und Abschlagen der Gefäfse . . . = 2 » 47 »
Totale Zeit einer Förderung = 5 Min.

oder 12 Förderungen pro Stunde = 6000^{kg} Netto-Förderung. Das entspricht bei 10 Förderstunden und 300 Arbeitstagen im Jahre einem Gesammtförderquantum von 18 000 000^{kg}.

Für die Wasserhaltung wurde ein Wasserquantum von $^1/_3$ bis $^1/_2$^{cbm} pro Minute angenommen und beabsichtigt, dasselbe aus der untersten Sohle mit einer Sauge- und Hebepumpe von 210^{mm} Kolben-Durchmesser, 1500^{mm} Hub und darüber mit einem Drucksatz von 260^{mm} Durchmesser bei demselben Hube zu heben. Schon während des Abteufens fand sich indessen so wenig Wasser, dafs man sich, als unter die zweite Tiefbausohle von 80^{m} Tiefe unter Stollnsohle vorläufig nicht weiter abgeteuft werden sollte, entschlofs, dort nur einen Drucksatz von denselben Dimensionen aufzustellen, die für den Hubsatz in Aussicht genommen waren.

Auf diesen Grundlagen wurden die Dimensionen der Dampfcylinder bei 4$^1/_2$^{atm} Dampfüberdruck auf 330^{mm} Cylinderdurchmesser und 550^{mm} Hub bestimmt.

Die Vorgelege zur Förderung und Wasserhaltung erhielten Uebersetzungs-Verhältnisse von 1 : 5, die Getriebe wurden in Stahl angefertigt und jedes derselben für sich ausrückbar gemacht. Das gufseiserne Kunstkreuz hat 2^{m} Armlänge, die Seilrollen über dem Schacht 2^{m} Durchmesser.

Falls das Wasserquantum sich wesentlich vergröfsern sollte, so erlaubt die Disposition, eine selbstständige Wasserhaltungsmaschine anzulegen, und bliebe der vorhandenen Maschine dann nur die Aufgabe der Förderung.

Die 2 Dampfkessel sind einfache Siederohrkessel mit je einem Siederohr und einer Heizfläche von 39,$_{479}$^{m} bei einem Gewicht von 5600^{kg} pro Kessel. Bei nicht angestrengtem Betriebe sollte ein Kessel genügen und der zweite zur Reserve dienen.

Die Anlage selbst ist an einem ziemlich abschüssigen Terrain angelegt; dasselbe ermöglichte es aber, bequeme Sturzvorrichtungen für die Lagerplätze, Röstöfen und Ladesohlen herzustellen. Für die schweren Theile im Wasserhaltungsschachte ist ein Kabel von 100 Ctr. Tragfähigkeit aufgestellt.

Die Baulichkeiten sind in möglichst einfacher und billiger Weise durchgeführt und sind sämmtliche Anordnungen und wesentliche Constructionen, soweit sie nicht oben erwähnt sind, aus der beifolgenden Zeichnung klar ersichtlich.

Die Kosten der Anlage ausschl. Schacht und dessen Ausbau beliefen sich auf:

Erdarbeiten	640,$_{10}$ ℳ
Maurerarbeiten	15 418,$_{96}$ »
Zimmerarbeiten	3 454,$_{69}$ »
Dachdeckerarbeiten	1 596,$_{70}$ »
Schreiner- und Glaser-Arbeiten	767,$_{21}$ »
Klempnerarbeiten	50,$_{30}$ »
Maschinen, Kessel, Eisentheile u. s. w.	30 202,$_{56}$ »
Insgemein	1 726,$_{56}$ »
Summa	53 857,$_{08}$ ℳ.

Die Grube hat nun nach 5 bis 6jährigem Betriebe im vergangenen Jahre 4 583 974^{kg} Erze und Eisenstein aus einer Tiefe von 40 und 80^{m} unter Stollnsohle gefördert. Man sieht, dafs dieses Quantum noch weit hinter der angenommenen Maximalleistung zurücksteht.

Die Wasserzuflüsse werden auf der zweiten Tiefbausohle durch den vorhandenen Drucksatz auf die 80^{m} höher liegende Stollnsohle gehoben, und bleibt die Pumpe in 24 Stunden 6 bis 8 Stunden im Betrieb.

Zum Pumpen, das ganz getrennt vom Fördern geschieht, arbeitet die Maschine mit 30, die Pumpen mit 6 Touren. Das Wasserquantum stellt sich während der Zeit des Pumpens auf etwa $^1/_4$^{cbm} pro Minute.

Die Förderung geschieht während der Tagesschicht, das Pumpen meistens Nachts.

Bei diesen Leistungen stellt sich der Kohlenverbrauch auf etwa 500kg pro 24 Stunden.

Besondere Uebelstände haben sich bei der Anlage noch nicht gezeigt. Bei einem Vergleich der Grundlagen und der heutigen Arbeiten ersieht man aber, dafs die Annahmen entweder zu hoch waren, oder die Grube bis jetzt hinter den Erwartungen zurückgeblieben ist.

Gehen wir jetzt zu einer Tiefbau-Anlage entgegengesetzter Art, unter Tage, über.

(Schlufs folgt.)

Die moderne Wasserversorgung.

Von **O. Smreker.**

(Vorgetragen in der Sitzung des Mannheimer Bezirksvereines vom 24. November 1881.)

Das Wasser gehört zu den wenigen absolut unerläfslichen Existenzbedingungen des Menschen: das Bedürfnifs nach Wasser und damit das Bestreben, dieses Bedürfnifs zu befriedigen, also die Frage der Wasserversorgung in des Wortes weitester Bedeutung ist demnach so alt wie das Menschengeschlecht.

Auf den untersten Culturstufen stehend mochte sich der Mensch, wie wir es heute noch bei einzelnen Völkern sehen können, das nöthige Wasser auf die primitivste Weise verschafft haben; mit der steigenden Entwickelung kam jedoch auch die Einsicht von dem hohen Werthe des Wassers in cultureller Beziehung, und noch heute zeugen uns die vielfachen Reste grofsartiger Bauten von den gewaltigen Anstrengungen, welche die alten Culturvölker in richtiger Werthschätzung des Wassers zu dessen Beschaffung nicht gescheut haben.

Bei der unbestritten grofsen Wichtigkeit und tief einschneidenden, vitalen Bedeutung der Frage der Wasserversorgung, deren Geschichte mit der Cultur- und Sittengeschichte der Menschheit enge verknüpft ist, ist es selbstverständlich, dafs dieselbe von den verschiedensten Gesichtspunkten aus aufgefafst und behandelt werden kann; uns Techniker interessirt in erster Reihe die fachliche Seite der Frage, also das »Wie« ihrer Lösung, und will ich im Folgenden, indem ich mich nur auf die Gegenwart beschränke, den Stand der modernen Wasserversorgung in ihren Grundzügen kurz skizziren.

Je nach der Erscheinungsform, in welcher das zur Versorgung benutzte Wasser auftritt, pflegt man heute die folgenden Methoden der Versorgung zu unterscheiden:

1. Die Versorgung durch Flufswasser, wobei wie bei
2. der Versorgung durch Seewasser, das Wasser vor der Benutzung in der Regel einer künstlichen Filtration unterzogen werden mufs.
3. Die Versorgung durch Tagwasser, gewonnen mittelst Ansammlung durch Thalsperren.
4. Die Versorgung durch die sogenannte natürliche Filtration.
5. Die Versorgung durch Grundwasser, wobei man eigentlich strenge genommen nach dem formellen Auftreten des Grundwassers noch eine weitere Unterscheidung machen sollte,
6. Die Versorgung durch Quellwasser.

Scheidet man das ganze auf unserer Erde vorfindliche Wasser, je nachdem wir es direct wahrnehmen können oder nicht, wenn es sich also unterirdisch befindet, in Tag- und Grundwasser, so können wir die genannten 6 Versorgungssysteme in Gruppen zusammenfassen. Flufs- und Seewasser vereinigen sich mit dem durch Anlegen von Thalsperren gewonnenen Wasser unter dem allgemeinen Begriff »Tagwasser«; die drei ersten Methoden bilden demnach eine Gruppe, die der Versorgung durch Tagwasser. Dem gegenüber steht die Versorgung durch Grundwasser, welche nach unserer heutigen Auffassung auch die Quellwasserversorgung in sich schliefst. Wie man auch über die Entstehung des Grundwassers denken möge, ob man nun Anhänger der Dr. Volger'schen Theorie[1]) ist, nach welcher das Grundwasser als Condensationsproduct der Luftfeuchtigkeit in den Bodenschichten aufzufassen wäre, oder ob man zur Fahne des Hrn. Dr. Novak[2]) geschworen hat, welcher Wasser aus unseren Meeren und Seen durch tiefe Klüfte und Spalten in den sogenannten tellurischen Hohlraum gelangen läfst, wo dasselbe durch die vorhandene Wärme und andere Processe in Dampf verwandelt, als solcher wieder durch Klüfte und Spalten hoch gedrückt und endlich in den oberen kühleren Schichten zu Grundwasser condensirt wird, oder ob man sich schliefslich zur alten Versickerungstheorie bekennt, nach welcher ein Theil der atmosphärischen Niederschläge in den Erdboden eindringt und dort das Grundwasser bildet, darüber ist man sich heute einig und klar, dafs die Ausdrücke Grund- und Quellwasser sachlich gleichbedeutend sind. Wir bezeichnen mit dem Worte »Quelle« in seinem gewöhnlich gebrauchten Sinne jeden ohne künstliche Veranlassung zu Tage tretenden Wasserlauf oder mit anderen Worten: das Grundwasser in dem Momente seines Ueberganges zum Tagwasser wird Quellwasser genannt.

Zwischen diesen beiden Gruppen, der Versorgung durch Tag- und der durch Grundwasser, steht die Versorgung durch die sogenannte natürliche Filtration. Ich setze das Wort »sogenannt« absichtlich davor, weil es in der Wirklichkeit mit dieser Filtration eine eigentümliche Bewandtnifs hat. Dem eben genannten Principe folgend, treibt man an den Ufern des Flusses parallel mit dessen Stromrichtung Saugcanäle oder man teuft unmittelbar am Ufer Brunnen ab; das Flufswasser soll nun durch die zwischen dem Flufse und der Gewinnungsanlage befindlichen Sand- und Kiesschichten filtrirt in den Canal oder die Brunnen eintreten, um daraus entnommen zu werden. Bedenkt man nun, was zum glücklichen Gelingen dieses Werkes Alles erforderlich ist; zunächst mufs das Flufsbett durchlässig sein, ferner müssen sich zwischen Flufs und Wassergewinnungsanlage filtrirende Sandschichten befinden und schliefslich wird dieser Filterschichte, welche sich mit der Zeit verstopfen mufs, wie wir es ja bei den künstlichen Filtern sehen, zugemuthet, sich selbst wieder zu reinigen! Die Durchlässigkeit des Flufsbettes bedingt, dafs das Grundwasser sich am Ufer in das gleiche Niveau mit dem Flufswasserspiegel einstellt, die erforderliche Wassergewinnungsanlage also im Grundwasser ausgeführt werden mufs, welches letztere später beim Betriebe kaum von dem Eintritte in die

[1]) Dr. O. Volger: »Die wissenschaftliche Lösung der Wasser- insbesondere der Quellenfrage mit Rücksicht auf die Versorgung der Städte«. Zeitschrift d. V. dtsch. Ingenieure 1877.

[2]) Dr. P. Novak: »Vom Ursprunge der Quellen.« Prag 1879.

Anlage wird abgehalten werden können. Ich glaube nicht zu irren, wenn ich die Ansicht ausspreche, dafs das Princip der natürlichen Filtration lediglich als Resultat der früher fast allgemein und jetzt noch vielfach verbreiteten Auffassung zu betrachten ist, es sei das in den Geschieben der Flufsthäler vorfindliche Wasser allgemein und überall nur durchgesickertes und im Untergrunde filtrirtes Flufswasser. Denkt man sich aber auch alle vorbezeichneten Bedingungen erfüllt, so bleibt die natürliche Filtration eben nur eine Combination von Grund- und Flufswassergewinnung, ohne aber deshalb der goldene Mittelweg zwischen diesen beiden scharf geschiedenen Versorgungsmethoden zu sein. Die durch die mannigfachen Vorbedingungen hervorgerufenen Bedenken gegen das Princip der natürlichen Filtration sind durch die bei den nach diesem Principe ausgeführten Anlagen gemachten Erfahrungen in vollstem Mafse bestätigt worden, so dafs wir heute die natürliche Filtration als der Vergangenheit angehörig betrachten können. In der Folge werden wir uns nur mit der Versorgung durch Tag- und jener durch Grundwasser zu beschäftigen haben.

Man denke sich nun den Fall, irgend eine Stadt sei mit Wasser zu versorgen; ist dieses, wie es wohl allgemein anzunehmen ist, auf verschiedene Weise praktisch durchführbar, so sind wir dadurch naturgemäfs vor die Frage gestellt, welche Lösung die vortheilhafteste sei. Dabei ist der Begriff »vortheilhaft« etwas allgemeiner aufzufassen und nicht nur der Kostenpunkt darunter zu verstehen. Welche Kriterien besitzen wir zur principiellen Beurteilung der Grundlagen einer projectirten Wasserversorgung oder zum gegenseitigen kritischen Vergleich verschiedener Vorschläge in dieser Richtung?

Als wesentliche Kriterien zur Beurteilung der principiellen Grundlagen eines Vorschlages betreffend die Wasserversorgung ergeben sich nach der Natur der Sache:

1. Die Qualität des Wassers der vorgeschlagenen Bezugsquelle;
2. der Sicherheitsgrad für die Beständigkeit des Bezuges der erforderlichen Quantität;
3. der Kostenpunkt.

Wir haben nun unsere verschiedenen Versorgungsmethoden in Bezug auf diese Punkte mit einander zu vergleichen und zu untersuchen, ob wir uns auf Grund dieses Vergleiches vielleicht allgemein entweder für die Versorgung durch Tagwasser oder für Versorgung durch Grundwasser entscheiden können.

Bezüglich der Qualität ist der Laie im Allgemeinen mit seinem Urteile fertig: er stellt unter allen Umständen das Quellwasser in erste, das Flufswasser in letzte Linie; das Brunnenwasser rangirt er gemeiniglich in die Mitte, gegen Grundwasser jedoch verhält er sich mifstrauisch, und darüber darf man sich nicht verwundern; denn unter welchen Gestalten lernt der Laie das als Grundwasser bezeichnete Wasser kennen. Gräbt er bis auf eine gewisse Tiefe, so stöfst er auf eine schmutzige, trübe Lache, es ist das Grundwasser; gelegentlich dringt ihm Wasser in seinen Keller, auch da sich nicht gerade in seinen besten Eigenschaften präsentirend, wieder ist es das Grundwasser; dazu hört er noch sehr häufig Grundwasser in demselben Athem mit Typhus, Cholera u. s. w. nennen, ohne in der Lage zu sein, entscheiden zu können, ob und welche Schuld daran dem Grundwasser als solchem beizumessen ist. Dafs aber dasselbe Grundwasser ihm seine Brunnen speist, dafs das Grundwasser ferner unter geeigneten Umständen als herrliche Quelle dem Erdboden entspringt, das übersieht er; er kennt diese Erscheinung unter dem Namen Quelle, ohne deren Ursachen weiter nachzuforschen. Würde man das in tieferen Lagen erschlossene Grundwasser als »Tiefquellen« bezeichnen, analog, wie man mit grofser Geschäftigkeit dem in höheren Lagen zu Tage tretenden oder künstlich erschlossenen Grundwasser die Bezeichnung »Hochquellen« beigelegt hat, so würde der Laie sich viel eher damit befreunden.

Vom sachlichen Standpunkte aus betrachtet finden wir, dafs die Anforderungen hinsichtlich der Qualität wesentlich von dem Gebrauchszwecke abhängen. Als ureigentlichen und obersten Zweck einer zu errichtenden Wasserleitung ist die einheitliche Beschaffung und Lieferung des für den Menschen nöthigen Trink- und Hauswassers zu betrachten, als Nebenzweck erscheint die Verwendung des Wassers zu öffentlichen und industriellen Zwecken; man mufs daher von dem Wasser in erster Linie verlangen, dafs es keinerlei gesundheitsschädliche Stoffe enthalte. Fafst man das Wasser jedoch als Genufsmittel auf, worauf man, nebenbei bemerkt, immer mehr Gewicht zu legen beginnt, so genügt nicht nur seine absolute Unschädlichkeit, sondern es mufs eine angenehme, möglichst constante Temperatur haben, soll freie Kohlensäure enthalten, auch klar und farblos sein u. s. w. Der deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege hat in seiner Versammlung zu Düsseldorf im Jahre 1876 bezüglich der Qualität folgende These aufgestellt:

> These 3. »Was die Qualität anbetrifft, so können Grenzwerte für die erlaubte und unschädliche Menge fremder Bestandtheile im Wasser zur Zeit nicht aufgestellt werden. Die Hauptsache ist, dafs durch die Art der Anlage eine Verunreinigung durch animalische Abfallstoffe und excrementelle Stoffe ausgeschlossen ist.
>
> Der Härtegrad soll ein solcher sein, dafs das Wasser ohne wirthschaftliche Nachtheile zu allen häuslichen und gewerblichen Zwecken verwendet werden kann.«

Diese These, sonst ein sehr weites Feld lassend, schliefst jedes durch animalische Abfallstoffe und excrementelle Stoffe verunreinigte Wasser unnachsichtlich aus und dieses ist sehr wohlgethan. Wenn auch die Trinkwassertheorie weit davon entfernt ist, in allen ihren Consequenzen bewiesen zu sein, so steht das Gegentheil derselben aber auch durchaus noch nicht fest und dieses berechtigt uns nicht nur, sondern es verpflichtet uns sogar, jedes Wasser auszuschliefsen, welches nachweisbar derartig verunreinigt ist.

Bezüglich der Härte möchte ich bemerken, dafs dieselbe innerhalb gewisser Grenzen für die Beurteilung des Wassers als Trinkwasser ziemlich irrelevant ist; wohl wird dem, der an sehr hartes Wasser gewöhnt ist, ein weicheres anfänglich nicht sehr munden und umgekehrt; doch dem pafst man sich sehr rasch an. Anders ist es bezüglich der Eignung eines Wassers zu gewerblichen Zwecken, denn dazu kann das Wasser nie weich genug sein. Doch ist hier sehr wohl zu unterscheiden, ob das Wasser in gewöhnlichem oder gekochtem Zustande zur Verwendung gelangt; im ersten Falle kommt die Gesammthärte, im zweiten Falle, wie z. B. beim Kochen, Waschen, Bierbrauereien u. s. w. jedoch nur die bleibende Härte in Betracht; auf diesen Umstand wird leider noch zu wenig Gewicht gelegt, und doch ist diese Unterscheidung sehr wichtig, da die Gesammthärte durchaus keinen Mafsstab für die bleibende Härte bietet.

Bei der Verschiedenheit der Anforderungen an die Qualität des Wassers drängt sich die Frage der Zweckmäfsigkeit

einer Versorgung durch verschiedene Bezugsquellen, also einer getheilten Wasserversorgung auf. Der deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege hat sich auch mit dieser Frage befafst und in der genannten Versammlung nachstehende, diesbezügliche These aufgestellt:

These 2. »Eine einheitliche Zuführung von Brauch- und Trinkwasser ist einer Trennung beider vorzuziehen.«

Dabei ist nur zwischen Brauch- und Trinkwasser unterschieden; strenge genommen gliedert sich der Bedarf an Wasser in folgende Gruppen:

a) Bedarf an Trinkwasser,
b) Bedarf an Hauswasser, d. i. für alle häuslichen Zwecke,
c) Bedarf an Nutzwasser für gewerbliche und öffentliche Zwecke.

Trennt man den Bedarf nach Trinkwasser einerseits und Brauch- und Nutzwasser andererseits, so mufs auch letzteres, mit Ausnahme der Temperatur, allen anderen sanitären Anforderungen entsprechen; trennt man jedoch nach Trink- und Hauswasser einerseits und Nutzwasser andererseits, so fallen für das letztere die strengen Anforderungen weg.

Vom technischen Standpunkte aus müssen wir jede Trennung überhaupt als »unrationell« und nur die einheitliche Versorgung als »rationell« bezeichnen; ist jedoch eine solche Trennung nicht zu umgehen, so ist wegen der grofsen Schwierigkeiten und der vielen Unzukömmlichkeiten bei der Vertheilung der zweiten Form der Trennung des Bedarfs der Vorzug zu geben.

Um allgemein Grund- und Tagwasser qualitativ mit einander zu vergleichen, müssen wir auf das Vorkommen dieser beiden Modificationen zurückgreifen. Von der Entstehung des Grundwassers ganz abgesehen, wissen wir, dafs dasselbe die Hohlräume einzelner Schichten, der wasserführenden Schichten erfüllt; die Beschaffenheit dieser letzteren ist von grofsem Einflusse auf die Qualität des dieselben durchziehenden Grundwassers, welches lösliche Bestandtheile der wasserführenden Schicht in sich aufnimmt. Die so aufgenommenen Bestandtheile sind in der Regel mineralischen Ursprungs, doch ist eine Verunreinigung durch animalische Stoffe auch nicht absolut ausgeschlossen, wie wir es ja an dem unter dicht bebauten Orten hinwegfliefsenden, oft in engster Berührung mit Cloaken, Senk- und Verputzgruben befindlichen Grundwasser bezw. an der mitunter geradezu gesundheitsgefährlichen Qualität der Brunnenwässer mancher Städte recht deutlich sehen können. Doch sind dieses glücklicherweise nur Ausnahmefälle, denn in der Regel ist dem Grundwasser weniger Gelegenheit geboten, solche animalische und excrementelle Stoffe aufzunehmen, dagegen mehr, solche zu verarbeiten bezw. unschädlich zu machen. Die wasserführenden Schichten, oft an sich sehr mächtig, sind meist von anderen Schichten überlagert, wodurch dem Grundwasser einerseits ein Schutz gegen eine Verunreinigung durch äufsere Einflüfse geboten und andererseits der grofse Vortheil einer fast constanten Temperatur gewährleistet wird; die Qualität des Wassers einer Quelle hängt nur von der des Grundwasserlaufes ab, der die Quelle speist.

Das Tagwasser bewegt sich entweder in selbstgebildeten oder künstlich hergestellten Rinnsalen, oder es befindet sich in Ruhe in Becken von gröfserer oder geringerer Ausdehnung. Die Möglichkeit, ja die hohe Wahrscheinlichkeit einer Verunreinigung ist augenscheinlich. Das oberflächlich abfliefsende, meteorologische Niederschlagswasser wird dem Flusse immer bedeutende Mengen fremder Stoffe gelöst oder suspendirt zuführen; je nach dem hauptsächlich von der oberflächlichen Beschaffenheit des Niederschlagsgebietes und der Vertheilung der Niederschlagsmenge abhängigen Mafse dieser Zufuhr wird die dadurch erzeugte Trübung eine gröfsere oder geringere sein. Hierzu tritt noch die fast unvermeidliche Verunreinigung des Tagwassers durch Einleiten der organische Stoffe in hohem Mafse enthaltenden Abwässer bei bewohnten Ufern.

Eine künstliche Filtration ist zwar im Stande, das Wasser von den mechanisch beigemengten fremden Bestandtheilen zu reinigen, der Gehalt des Wassers an gelösten Stoffen wird durch die Filtration jedoch nicht alterirt.

Die Temperatur des Tagwassers wird im Allgemeinen von der wechselnden Lufttemperatur direct beeinflufst sein; auf die Brauchbarkeit als Genufsmittel wird Tagwasser daher keinen Anspruch machen können. Auf die Härte des Wassers läfst sich aus der Art seines Vorkommens nicht schliefsen; wir kennen Grund- und Tagwässer von den verschiedensten Härtegraden.

In qualitativer Beziehung müssen wir also im Allgemeinen dem Grundwasser unbedingt den Vorrang einräumen. Wenn auch örtliche Einflüsse eine Verunreinigung des Grundwassers herbeiführen können, so sind solche Verhältnisse eben nur Ausnahmen im Gegensatze zum Tagwasser, welches nur unter ganz aufsergewöhnlichen Verhältnissen den sonst unvermeidlichen Verunreinigungen entgehen kann. Es ist diese Verunreinigung des Tagwassers jedoch nicht immer durh gesundheitsschädliche Stoffe bedingt, eine Verwendung von filtrirtem Tagwasser zu Versorgungszwecken deshalb, wenn man von der Auffassung des Wassers als Genufsmittel absieht, also nicht allgemein ausgeschlossen.

Wir gehen zur Sicherheit der Beständigkeit des Bezuges der erforderlichen Quantität über. Die nähere Bestimmung dieser Quantität selbst ist Sache des besonderen Falles und sind hierüber keine allgemein giltigen Regeln möglich. Vom Standpunkt der Gesundheitspflege giebt es keine obere Grenze für den Verbrauch, es heifst »je mehr, desto besser«, aber das Wasser mufs auch wirklich verbraucht und soll nicht unnütz verschwendet werden.

Ist das Verbrauchsquantum festgestellt, so gilt es nachnachzuweisen, dafs die vorgeschlagene Bezugsquelle auch wirklich dieses Quantum für alle Zeiten zu liefern im Stande sei.

Beim Tagwasser fällt dieser Nachweis nicht schwer; hier steht uns die Hydrologie mit ihren hoch ausgebildeten Mefsapparaten und Methoden und ihrem reichen, theilweise weit in die Vergangenheit zurückgreifenden Beobachtungs- und Erfahrungsmaterial helfend zur Seite. Vielfach liegen die Verhältnisse augenscheinlich so, dafs ein solcher Nachweis gar nicht nöthig erscheint.

Ganz anders jedoch beim Grundwasser.

Erst der jüngsten Zeit war es vorbehalten das geheimnifsvolle Dunkel, welches sich früher über das Wesen des Grundwassers breitete, etwas aufzuhellen, und die Erscheinung des Grundwassers bezüglich seiner Form richtig aufzufassen. So wissen wir heute bestimmt, dafs das Grundwasser genau in denselben verschiedenen Gestaltungen auftritt, wie das Tagwasser auf der Oberfläche; wir finden unterirdisch kleine Wasseradern, schwache Läufe und mächtige Ströme von bedeutender Breite; auch Becken von gröfserer und geringerer Ausdehnung treten auf. Wir finden Grundwasserströme nicht nur in den Geschieben der Thäler unserer Flüsse und zwar oft von diesen gänzlich unabhängig, oft mit ihnen in die mannigfachsten Wechselbeziehungen tretend, wir finden auch Grundwasserströme weitab von den Flüssen auf Hochebenen

u. s. w. Für die moderne Wasserversorgung sind die Grundwasserströme von hoher Bedeutung, da dieselben es ermöglichen, gröfsere Wasserquantitäten mit Sicherheit zu gewinnen. Wir wissen ferner, dafs die Ergiebigkeit, Beständigkeit und Nachhaltigkeit einer Quelle lediglich von der Natur des Grundwasserlaufes abhängt, dessen Abflufs die Quelle ist.

Handelt es sich um die Ergiebigkeit einer solchen Quelle, so wird eine Untersuchung der örtlichen Verhältnisse verbunden mit den Ergebnissen durch längere Zeitperioden fortgesetzter Messungen des Ergusses genügen, um dem Fachmanne ein Bild der Natur der Quelle und ihrer Eignung zu einem bestimmten Zwecke zu geben. Der Nichtfachmann sieht das Wasser, er weifs, dafs es seiner Erinnerung nach noch nie versiegt war, und da ihm quantitative Unterschiede nicht zur Wahrnehmung gelangt sind, so ist er bezüglich der Sicherheit des Bezuges bald überzeugt.

Bei Grundwasserströmen hört jedoch die unmittelbare Wahrnehmung auf; ihr Vorhandensein ist nur mittelst eines Indicienbeweises zu erhärten, zu ihrer quantitativen Beurteilung sind ausgedehnte Untersuchungen erforderlich. Die Resultate entziehen sich gröfstentheils der Prüfung des Laien, dieser kann daher wohl zum Glauben daran bekehrt, wird aber selten davon überzeugt werden können. Für den Fachmann bietet jedoch heute diese quantitative Untersuchung keine unbesiegbaren Schwierigkeiten mehr. Noch ist die Zahl der verläfslichen und gleichzeitig genauen Beobachtungen verschiedener Erscheinungen des Grundwassers gering, aber nichtsdestoweniger haben sie uns weitgehende Folgerungen und Schlüsse gestattet. An die Erkenntnifs des formalen Wesens des Grundwassers haben sich Untersuchungen über dessen Bewegungserscheinungen angeschlossen. Wir kennen heute das Widerstandsgesetz für die Bewegung des Wassers im Untergrunde und haben Methoden zur Bestimmung des freien, effectiven Querschnittes der wasserführenden Schichten. Diese beiden Factoren sind aber für die Bestimmung der Durchflufsmenge eines Grundwasserstromes mafsgebend, also können wir auch diese bestimmen. Wohl ist noch vieles in dieser Richtung zu machen, aber der Grund ist gelegt und wenn, wie wir hoffen, in nicht zu ferner Zeit die Wissenschaft der Hydrologie, welche sich heute nur mit den oberflächlichen Wässern unserer Erde beschäftigt, auch das Grundwasser in ihr Gebiet einschliefsen und als Lehre von der Ruhe, Bewegung und Vertheilung des gesammten Wassers unseres Erdballes definirt werden wird, so hat die moderne Wasserversorgungstechnik das nicht geringste Verdienst daran.

Es ist keine leere Redensart, wenn man sagt, dafs es heute leichter sei, von einem bestimmten Grundwasserstrome mit positiver Gewifsheit auszusagen, ob er ein gewisses Wasserquantum mit voller Bezugssicherheit zu liefern im Stande ist, als von einer Quelle, wenn sich der diese letztere erzeugende Grundwasserlauf einer näheren Untersuchung entzieht.

Sie sehen also, wenngleich der Nachweis der Bezugssicherheit beim Tagwasser in der Regel sehr einfach ist, derselbe auch für das Grundwasser, hauptsächlich wenn Grundwasserströme dabei in Frage kommen, zu erbringen ist.

Nun zum Kostenpunkt. So wichtig diese Frage auch für den besonderen Fall sein mag, allgemein läfst sich darüber so gut wie Nichts sagen. Eine allgemeine Vergleichung der verschiedenen Methoden ist äufserst schwer durchführbar, weil es erstens von den örtlichen Verhältnissen des zu versorgenden Gebietes abhängen wird, welche der geschilderten Methoden unter sonst gleichen Verhältnissen, wie Quantum, Druck u. s. w. die financiell beste sein wird, und weil wir zweitens die verschiedenen Grundregeln der Versorgung in allen möglichen Graden der Vollkommenheit ausgeführt finden. Für die allgemeine Beurteilung der geschilderten Methoden im Vergleiche mit einander fällt also das dritte Merkmal des Kostenpunkts aufser Betracht.

Zum Schlufs will ich noch in der nachstehenden Tabelle eine kleine summarische Zusammenstellung der in der Zeitperiode von 1870 bis incl. 1876 alljährlich in Betrieb gesetzten Wasserwerksanlagen für Städte über 5000 Einwohner in Deutschland, Oesterreich und der Schweiz bringen.

Jahr der Inbetriebnahme	Versorgungen durch Tagwasser.			Grundwasserversorgungen natürlich erschlossen (Quellen).			Grundwasserversorgungen künstlich aufgeschlossen.		
	Anzahl	Leistungsfähigkeit cbm	Anlagekosten ℳ	Anzahl	Leistungsfähigkeit cbm	Anlagekosten ℳ	Anzahl	Leistungsfähigkeit cbm	Anlagekosten ℳ
1870	1	10 000	1 600 000	1	4 000	1 660 000	1	13 500	1 620 000
1871	3	28 200	2 900 000	2	650	225 000	3	22 700	2 400 000
1872	1	11 300	2 000 000	2	20 200	9 775 000	3	36 300	5 600 000
1873	2	6 400	4 070 000	6	43 000 bis 162 000	48 380 000	4	52 200	7 900 000
1874	—	—	—	10	12 800	3 620 000	4	17 200	2 710 000
1875	1	3 000	510 000	6	34 000 bis 42 000	7 810 000	5	70 600	12 060 000
1876	—	—	—	3	4 080	690 000	5	39 700	4 120 000
	8	58 900	11 080 000	30	118 730 bis 245 730	72 160 000	25	252 200	36 410 000

Die Daten sind dem verdienstvollen Werke des Hrn. E. Grahn[1]) entnommen; den Umfang und die Bedeutung einer Wasserwerksanlage glaubte ich durch Angabe ihrer Anlagekosten und ihrer Leistungsfähigkeit besser kennzeichnen zu können, als durch Angabe der Einwohnerzahl des versorgten Ortes. Ueber das Jahr 1876 hinaus waren für mich Zusammenstellungen des nöthigen Materials nicht erhältlich. Mag die Tabelle auch nicht ganz vollständig sein, da es eben schwer ist von allen Ausführungen die sämmtlichen Angaben zu erhalten, sie wird uns dennoch ein Bild der Gesammt-

[1]) E. Grahn: »Die städtische Wasserversorgung«.

thätigkeit auf dem Gebiete der Wasserversorgung in den angeführten Jahren geben. Die Tabelle zeigt uns nicht nur eine stetige Abnahme der Tagwasserversorgungen und eine fortwährende Zunahme der Grundwasserleitungen, sie zeigt uns auch, wie das künstlich erschlossene Grundwasser gegenüber dem natürlich erschlossenen oder dem Quellwasser immer mehr in den Vordergrund zu treten beginnt. Seit 1876 hat sich dieses Verhältnifs noch ausdrucksvoller gestaltet, und nenne ich von gröfseren Städten nur Aachen, Augsburg, Crefeld, Darmstadt, Elberfeld, Hannover, Königsberg, Strafsburg u. s. w., welche alle mit künstlich erschlossenem Grundwasser versorgt werden.

Wenn wir also auf Grund des hier Entwickelten auch keine der besprochenen Versorgungsmethoden gänzlich verwerfen können, so haben wir doch gesehen, dafs die Versorgung durch Grundwasser in den meisten Fällen die bessere Lösung sein wird; wir können daher sagen:

»Grundwasser (ob natürlich oder künstlich erschlossen) wird in der Regel, Tagwasser kann unter Umständen die Aufgabe der Wasserversorgung lösen.

Bei sonst gleichen qualitativen Verhältnissen ist dem Grundwasserstrome gegenüber allen anderen Gestaltungen des Grundwassers der unbedingte Vorzug zu geben.«

Fachberichte.

Mittheilungen über die internationale Ausstellung von Apparaten und Einrichtungen zur Vermeidung des Rauches (International exhibition of smoke preventing appliances) in London 1881.

Von C. Bach

vorgetragen in der Sitzung des Württembergischen Bezirksvereines vom 20. Januar 1882.

(Schlufs von S. 47.)

C. Benutzung der Elektricität als Wärmequelle.

Die Ausstellung wies in dieser Richtung eine Novität auf: den elektrischen Ofen von W. Siemens. In demselben wurde das Schmelzen von Stahl ad oculos demonstrirt, wobei zwei kleine Dampfmaschinen die zur Erzeugung des Stromes nöthige mechanische Arbeit lieferten. Nach Siemens schmilzt ein Strom von 100 Weber (50 Ohm Widerstand, 6 Pferdestärken) 1,5^{kg} Stahl in einem heifsen Tiegel binnen einer Viertelstunde.

Die Bedeutung dieser höchst interessanten und zunächst in das Gebiet des Hüttenmannes, bezw. Chemikers einschlagenden Neuheit entzieht sich meiner Beurteilung. Näheres findet sich in der bereits erwähnten Vorlesung von W. Siemens.

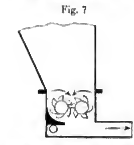
D. Mechanische Zuführung der Kohle nach dem Planroste.

I. Die Zuführung erfolgt von oben oder von der Seite.

Newton's Mechanical Stoker. Aussteller: Lewis & Lewis, Engineers, 11 Laurence-Pountrey Lane, Cannon Street, London. — Bei dieser Feuerung wird ein Strom vorher erwärmter Luft benutzt, um die Kohle auf den Rost zu blasen.

Das Brennmaterial ist in einen an der Stirnseite der Kesselfeuerung befindlichen, trichterförmigen Aufsatz (Fig. 7) zu füllen, welcher im Grunde zwei gezahnte Walzen trägt, durch die dasselbe zerkleinert wird. Infolge ihres Gewichtes fallen die Kohlenstücke in einen Canal, von wo aus sie der Luftstrom in die Feuerung zu treiben hat. Dieser wird durch eine in die Windleitung eingeschaltete und von der Transmission aus in Schwingungen versetzte Drosselklappe abwechselnd geschwächt bezw. verstärkt. Durch Aenderung des von den Speisewalzen in der Zeiteinheit zurückgelegten Weges läfst sich die Menge der zugeführten Kohle reguliren, auch auf Null vermindern.

Fig. 7



Eine wirklich zweckentsprechende Beschickung des Rostes seitens des Luftstromes steht wohl kaum zu erwarten; auch dürfte die Gefahr vorliegen, dafs der Feuerung zu viel Luft zugeleitet wird.

Uebrigens ist mit der Newton'schen Construction (1878 in England patentirt) im Wesen identisch die Goodfellow'sche, unter No. 11866 vom 4. Juni 1880 im Deutschen Reiche patentirte Feuerung; nur benutzt Goodfellow einen intermittirenden Dampfstrahl an Stelle des Newton'schen Luftstromes. Benjamin Goodfellow in Hyde bei Manchester, welcher einen Rauchwaschapparat ausgestellt hatte, hat seine ebengenannte Patentfeuerung weder vorgeführt, noch erwähnt; ob wegen der voraussichtlichen Unbrauchbarkeit oder mit Rücksicht auf die englischen Patentgesetze, mufs dahingestellt bleiben.

Proctor's Mechanical Stoker. Aussteller: J. Proctor, Burnley, Lancashire. — Hier wird die Kohle durch Schaufeln, welche von der Transmission aus in Bewegung gesetzt werden, auf den Rost geworfen. Die Construction ist unter No. 2047 (3. Juli 1875) in England patentirt und soll in einer gröfseren Anzahl englischer Fabriken zur Zufriedenheit functioniren.

Ein Fülltrichter erhält die Kohle für die beiden Feuerstellen des Zweiflammrohrkessels; durch gezahnte Walzen wird dieselbe zerkleinert und fällt dann in einen horizontalen Canal, in welchem ein Kolben die Kohlenstücke abwechselnd nach links und rechts auf die um ihre Achsen drehbaren Schaufeln schafft. Jede der letzteren steht mit einer kräftigen Spiralfeder in Verbindung, welche zunächst gespannt und dann freigelassen wird. Dadurch erfolgt eine schnelle Vorwärtsbewegung der Schaufeln — ähnlich wie es die Hand des Menschen besorgt — und ein Schleudern des Brennmaterials in die Feuerung. Wird der Mechanismus so eingerichtet, dafs die Feder nach einander verschieden starke Spannungen erfährt, so läfst sich die Kohle im Interesse einer gleichmäfsigen Vertheilung über den Rost verschieden weit werfen. Die Regulirung der zugeführten Kohlenmengen wird durch Aenderung der Bewegung des Speisekolbens ermöglicht.

Der ausgestellte Apparat arbeitete als Modell und warf kleine Holzstücke von etwa 5 bis 8^{cbcm} Gröfse auf den Rost. Preis desselben pro Kessel £ 40. Beschreibung der ursprünglichen Construction findet sich in Dingler's polyt. Journal, Bd. 229, S. 226 mit Abbildungen auf Tafel 17.

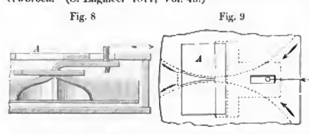
Sowohl bei dem Newton'schen, wie bei dem Proctor'schen Apparat mufs das Schüren in üblicher Weise durch die unter der Beschickungsvorrichtung liegenden Heizthüren geschehen, die auch schon deshalb nöthig sind, um in den Fällen, in welchen der Zuführungsapparat seine Schuldigkeit nicht thut, den Rost auf die gewöhnliche Art beschicken zu können. Diese Möglichkeit mufs bei allen derartigen mechanischen Feuerungen oder »mechanischen Heizern« geboten sein.

Henderson's Mechanical Stoker. Aussteller: Piercy & Co., Broad Street, Engine Works, Birmingham. — Zwei in einem Gehäuse um verticale Achsen mit entsprechender Geschwindigkeit in entgegengesetztem Sinne rotirende Scheiben, auf welche das Brennmaterial aus dem Fülltrichter unter Vermittelung einer zerkleinernd wirkenden Speisewalze fällt, vertheilen dasselbe durch Schleudern über den Rost.

Ein Theil der Roststäbe erhält von der Transmission eine hin- und hergehende, sowie eine steigende und fallende Bewegung, um die Nothwendigkeit des Schürens und Abschlackens durch den Heizer und damit auch das nachtheilige Oeffnen der Feuerthüren nach Möglichkeit fern zu halten. Aufserdem sollen durch die Bewegung der Roststäbe die Schlacken an das hintere Ende des Rostes geführt werden, von welcher Stelle sie, ohne dafs die Feuerthür zu öffnen ist, entfernt werden können. (Vergl. D. R.-P. No. 2272 vom 15. September 1877, Th. Henderson in Liverpool.)

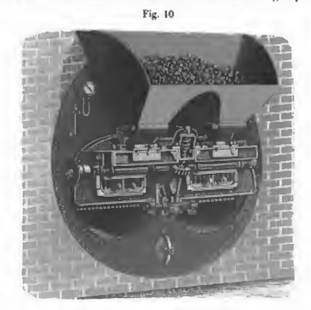
Zur Geschichte dieser Einrichtung sei bemerkt, dafs bereits 1822 John Stanley eine Feuerung entwarf, bei welcher die Kohle aus dem Beschickungstrichter zwischen zwei Riffelwalzen und von diesen auf eine rotirende Dreiflügelscheibe mit horizontaler Achse gelangte; hierdurch wurde das Brennmaterial in den Feuerraum geschleudert. 1834 ersetzte Stanley in Verbindung mit Wolmsley die Riffelwalzen durch gezahnte Walzen und gab der rotirenden Scheibe eine verticale Achse; ebenso ordnete er bewegte Roststäbe an. 1837 suchte Collier den verbesserten Stanley'schen Apparat in Frankreich einzuführen. 1870 construirte Dillwyn Smith eine Einrichtung, in welcher zwei um verticale Achsen in entgegengesetztem Sinne rotirende und mit Flügeln versehene Scheiben das ihnen durch Schnecken zugeführte Brennmaterial auf den Rost schleuderten. Die Smith'sche Feuerung erfuhr 1870 Verbesserungen durch Fr. Deacon, deren hauptsächlichste darin bestand, dafs alles von oben kommende Material gezwungen wurde, auf die Flügelscheiben zu fallen. Dabei ist bis zu einem gewissen Grade die Möglichkeit geboten, diese Zuführung so zu reguliren, dafs die Vertheilung der Kohle über den Rost eine mehr oder minder gleichmäfsige wird. Die Constructionen von Smith und Deacon hat nun Henderson weiter verarbeitet und hierauf verschiedene Patente erworben. (S. Engineer 1877, Vol. 43.)

Fig. 8 Fig. 9



In den Figuren 8, 9 und 10 ist die Henderson'sche Anordnung dargestellt. Aus den beiden ersten Figuren geht hervor, wie die durch *A* aus dem Trichter fallenden Kohlenstücke auf die nach Pearse mit etwa 200 Umdrehungen pro Minute rotirenden Schleuderscheiben gelangen und wie durch Verstellung des Schiebers *B* eine Regulirung ermöglicht wird. Der Antrieb der Scheiben erfolgt durch Reibungsräder.

Fig. 10

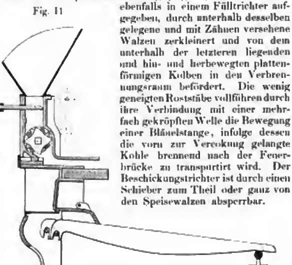


Nach Angabe des Fabrikanten soll diese Construction in 2660 Exemplaren in Gebrauch sein. Wenn dieselbe wirklich die Bedeutung erlangt haben sollte, welche die eben genannte Ziffer zum Ausdruck bringt, so mufs nur bedauert werden, dafs die Einrichtung nicht im Ernstfalle vorgeführt wurde, d. h. nicht an einem der geheizten Ausstellungskessel angebracht war.

Knap's Mechanical Stoker. Aussteller: The Patent Steam Boiler Company, 28 Heneage Street, Birmingham. — Während bei den besprochenen drei Feuerungen das Brennmaterial gleichmäfsig über den Rost verstreut werden sollte, gehört es zum Wesen dieser Feuerung und einiger der folgenden, dafs eine allmähliche Vorwärtsbewegung der vorn (seitlich) in den Verbrennungsraum eingebrachten Kohlen stattfindet. Hierbei werden die aus den letzteren sich entwickelnden Destillationsproducte über das im Glühen begriffene Brennmaterial streichen und bei genügender Temperatur und Luftzufuhr vollkommen verbrennen können.

Bei der Knap'schen Feuerung (Fig. 11) wird die Kohle ebenfalls in einem Fülltrichter aufgegeben, durch unterhalb desselben gelegene und mit Zähnen versehene Walzen zerkleinert und von dem unterhalb der letzteren liegenden hin- und herbewegten plattenförmigen Kolben in den Verbrennungsraum befördert. Die wenig geneigten Roststäbe vollführen durch ihre Verbindung mit einer mehrfach gekröpften Welle die Bewegung einer Bläuelstange, infolge dessen die vorn zur Verkokung gelangte Kohle brennend nach der Feuerbrücke zu transportirt wird. Der Beschickungstrichter ist durch einen Schieber zum Theil oder ganz von den Speisewalzen absperrbar.

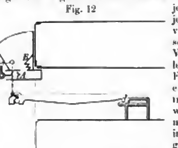
Fig. 11



Nach Angabe des Fabrikanten ist die Knap'sche Vorrichtung in England, Frankreich, Belgien patentirt.

Mac Dougall's Mechanical Stoker. Aussteller: The Chadderton Iron Works Company, Limited, Chadderton bei Manchester. (In Deutschland unter No. 500 vom 20. Juli 1877 mit Zusatz No. 5951 vom 29. December 1878 patentirt.) — Die principielle Wirkungsweise (vom Gesichtspunkte der Rauchvermeidung aus) ist dieselbe wie bei der Knap'schen Feuerung; der Unterschied liegt nur in dem mechanischen Detail, welches aus den der Patentschrift No. 500 beigegebenen Figuren zu erkennen ist. Der Apparat in seiner jetzigen Gestalt weicht jedoch nicht unwesentlich von dem im Patente beschriebenen ab, wie ein Vergleich des Inhalts des letzteren mit der Skizze Fig. 12 (neue Construction) ergiebt. Das vom Fülltrichter kommende Material wird durch einen Kolben *A* mit geriffelter Oberfläche in den Verbrennungsraum geschoben. Dabei werden diejenigen Kohlenstücke, welche infolge ihrer Gröfse nicht passiren können, zerbrochen, indem sie der Kolben gegen den mit Riffeln versehenen Körper *B* prefst. Die Bewegung der Roststäbe erfolgt durch eine mehr-

Fig. 12



fach gekröpfte Welle, deren Kurbelzapfen abwechselnd nach drei Achsen gedreht sind. Bei der Rotation dieser Welle bewegt sich jeder Roststab zunächst von links nach rechts, dabei steigt er anfangs vorn und auch hinten bei der Feuerbrücke; später sinkt er vorn und beim Rückgang hinten u. s. f. Man erkennt bei Rücksichtnahme auf die Versetzung der Kurbelzapfen leicht, wie der steigende und nach hinten sich bewegende Stab das Material von dem benachbarten, sinkenden nimmt und es vorwärts transportirt. Durch Aenderung der Tourenzahl der gekröpften Welle läfst sich eine Regulirung der Geschwindigkeit dieses Vorganges bewerkstelligen.

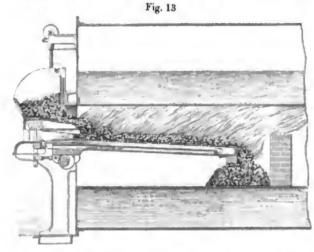
In Deutschland ist der ausgeführte Apparat durch die Provinzialgewerbeausstellung in Hannover 1878 bekannt geworden. Dr. Fischer hat drei mit ihm versehene Feuerungen der Mechanischen Weberei in Linden vor Hannover untersucht und befriedigende Resultate erzielt. Näheres über dieselben findet sich in Dingler's Journal 1878, Bd. 229, S. 130 u. f.

T. & T. Vicars' Improved Selfstoking Smokeless Furnace. Aussteller: T. & T. Vicars, 29 Seel Street, Liverpool. — Diese Feuerung mit selbstthätiger Zuführung des Brennmaterials und selbstthätiger Schürvorrichtung stimmt hinsichtlich ihrer Wirkungsweise mit der Knap'schen und Mac Dougall'schen überein. Ihre ursprüngliche Construction ist im Engineer, September 1870, S. 216 beschrieben. Bei der neuen Anordnung, die sich als eine ziemliche Umarbeitung der alten darstellt, wird der sich nahezu über die ganze Kesselbreite erstreckende trichterförmige Aufsatz mit Kohle gefüllt; von hier fördern Stempel diese auf den Rost, dessen bewegliche Stäbe den weiteren Transport besorgen.

Preis der Einrichtung für einen Zweiflammrohrkessel £ 75
» » » » » Einflammrohrkessel £ 45.

Smith's Mechanical Stoker. Aussteller: George Waller & Co., Holland Street, Southwark, London. — Im Wesentlichen unterscheidet sich diese Feuerung (Fig. 13) nicht von den zuletzt besprochenen, doch ist ihr eigenthümlich, dafs die Roststäbe hohl und durch eine Zwischenwand innerlich in zwei Räume geschieden sind, welche an der einen Stirnseite mit einander communiciren. An der äufseren Seite des Roststabes wird nun ein Dampfstrahl eingeführt. Dieser bewegt sich, mehr oder weniger Luft mit sich reifsend, vorwärts, passirt die Verbindungsstelle, fliefst dann rückwärts und tritt schliefslich durch seitliche Oeffnungen in die Rostspalten und damit nach oben in das Brennmaterial ein.

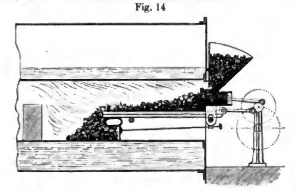
Fig. 13



Bemerkenswerth erscheint noch, dafs Waller & Co. auch den bekannten Kettenrost von Juckes fertigen, es jedoch unterlassen haben, einen solchen auszustellen.

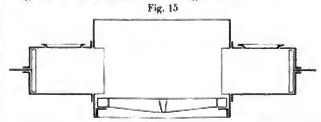
Sinclair's Mechanical Stoker. Aussteller: George Sinclair, Albion Boiler Works Leith. — Der Fülltrichter, aus dem die Kohle durch einen rechteckigen Kolben nach dem aus beweglichen und festen Stäben bestehenden Rost geschoben wird, kennzeichnet auch hier die Construction, von welcher nach detaillirter Angabe des Fabrikanten 185 Stück bis 1. Mai 1881 in Gebrauch genommen sein sollen. Fig. 14 läfst das Nähere erkennen. Die Vorrichtung war an einem der ausgestellten und geheizten Kessel in Betrieb.

Fig. 14



Engert's Coking Box. Aussteller: Engert, 73 Three Wills' Lane, Bromley-by-Bow. — Diese Feuerung gehört zwar streng genommen nicht hierher, da die Zuführung des Brennmaterials nicht selbstthätig, sondern von Hand geschieht; weil jedoch die Wirksamkeit der Einrichtung die gleiche, wie bei den oben erörterten Anlagen, und weil es ohne Schwierigkeit möglich ist, den Apparat automatisch zu machen, so möge sie an dieser Stelle Erwähnung finden.

Fig. 15



Ein kleiner verticaler Kessel (Fig. 15) ist unten an zwei gegenüberliegenden Seiten mit Kohlenkasten versehen, deren Hohlräume mit der Feuerung in Verbindung stehen. An der äufseren Stirnseite jeder der beiden Kasten befindet sich eine durch Handhebel oder durch Handrad, Trieb- und Zahnstange vorwärts bewegliche Platte. Nachdem der Kasten von oben beschickt ist, beginnt die Vercokung der der Verbrennung am nächsten liegenden Kohle. Durch Nachschieben der Platten gelangt diese auf das glühende Brennmaterial in der Mitte, neue Partien beginnen zu vercoken u. s. f.

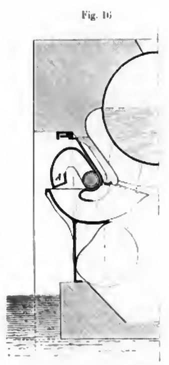
Auch auf Kaminfeuerungen angewendet war die Engert'sche Zuführung ausgestellt.

II. Zuführung von unten.

Mac Millian's Fuel Feeding Apparatus. Aussteller: J. & J. M'Millian, 57 Scott Street, Port-Dundas, Glasgow. — Unterhalb des Rostes befindet sich ein mit vertical beweglichem Boden versehener Kasten auf Schienen gestellt. Soll die Feuerung beschickt werden, so wird derselbe nach aufsen gezogen und mit Kohle gefüllt, dann unter die Mitte des Rostes geschoben, wobei er den mittleren beweglichen Theil desselben vor sich herschiebt. Hieran schliefst sich eine langsame Aufwärtsbewegung des Kastenbodens, wodurch die Kohle in den Verbrennungsraum eintritt. Ist der Boden in seiner obersten Lage angelangt, so wird der Kasten herausgezogen, der bewegliche Theil des Rostes folgt nach, um das in der Mitte liegende Brennmaterial zu tragen.

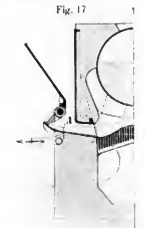
Die Einrichtung dürfte kaum das Recht haben, versucht zu werden, ist auch principiell viel unvollkommener als z. B. der sinnreiche, jedoch praktisch unbrauchbare Apparat von Dumèry, dessen Wesen aus Skizze Fig. 16 und 17 zu erkennen ist. Durch Bewegen der Klappe A soll sich das Brennmaterial gleichsam auf dem Roste kriechend unter der brennenden Schicht fortbewegen. Die begeisterte Abhandlung von M. M. Freiherr v. Weber über Dumèry's Construction (Leipzig, Teubner, 1859, S. 54) zeigt, mit welchen Erwartungen

Fig. 16



man s. Z. wenigstens von mancher Seite an solche Apparate herantreten konnte, denen gegenüber die geflügelte Definition: rauchverzehrende Feuerungen sind solche Feuerungen, welche den Rauch und sich selbst verzehren, nicht ohne Berechtigung erscheint.

Fig. 17



Helix Furnace Feeder. Aussteller: Knowles & Halstead, Globe Works, Bradford, Yorkshire. — Sechs mit Querspalten (Fig. 18, 19, 20) versehene Roststäbe erhalten eine schwingende Bewegung. Nach der Feuerbrücke zu schliefst sich ein um seine Mittellinie drehbarer Klapprost an, welcher die Entfernung der nach hinten geschobenen Asche und Schlacken in bequemer Weise ermöglicht. Die Roststäbe lassen drei canalartige Räume zwischen sich, auf deren Grund drei konische Schrauben (Fig. 18 u. 19) liegen, welche sich continuirlich drehen. Das Brennmaterial wird nun denselben in einfacher Weise zugeführt, durch sie zwischen den Roststäben fortbewegt und infolge der Konicität gleichmäfsig der Schraubenachse entlang nach oben herausgedrückt.

Der Apparat rührt von Holroyd Smith her und war bereits 1878 in Paris ausgestellt.

Was den Werth der im Vorstehenden unter D. I u. II besprochenen selbstthätigen Beschickungs- und zum Theil auch selbstthätigen Schürvorrichtungen anbelangt, so ist Folgendes zu bemerken.

Dafs mehrere derselben den Zweck der Rauchvermeidung in befriedigender Weise erfüllen, darf nicht in Zweifel gezogen werden; ebenso ist auszusprechen, dafs die Detailconstructionen zum Theil nicht blos sinnreich sind, sondern auch die mögliche Einfachheit im Laufe der Zeit erlangt haben. Es darf nämlich nicht aufser Acht gelassen werden, dafs alle die angeführten Einrichtungen alte, in mehr oder minder neuem Gewande auftretende Bekannte sind. Dagegen steht ihrer allgemeinen Verbreitung im Wege:

1. Der relativ hohe Preis, sofern es sich nicht um grofse Anlagen handelt (Proctor's Einrichtung kostet für Zweiflammrohrkessel £ 40, Henderson's und Mac Dougall's Apparat jedenfalls noch mehr, Vicars verlangen £ 75 [Zweiflammrohrkessel] oder £ 45 [Einflammrohrkessel] u. s. f.).
2. Der Umstand, dafs ihre Functionirung mechanische Arbeit, d. h. Pferdekräfte fordert, die überall da, wo die zu ihrer Erzeugung nöthigen Kohlen theuer sind, wie dies z. B. für unser Land zutrifft, und wo man an und für sich zur möglichsten Sparsamkeit veranlafst ist, nicht ohne Weiteres geopfert werden können. Auch dieser Punkt fällt um so mehr in die Wagschale, je kleiner die einzelnen Kessel sind.
3. Der Umstand (und wohl der Hauptgrund), dafs trotz möglichster Einfachheit die Einrichtung immerhin noch ein complicirter und den nachtheiligen Einflüssen der Hitze und des Staubes ausgesetzter Mechanismus ist, der hier und da seine Dienste versagt und Reparaturen fordert. Die Betriebssicherheit wird immer etwas zu wünschen übrig lassen. Schon die Thatsache, dafs man sich unter Verfolgung richtiger Principien seit Jahrzehnten[1]) ziemlich vergeblich abgemüht hat, dem Rauche auf diesem Wege allgemein — wenigstens insoweit Dampfkesselfeuerungen in Frage stehen — beizukommen, läfst auf die Bedeutung dieses Gesichtspunktes schliefsen.

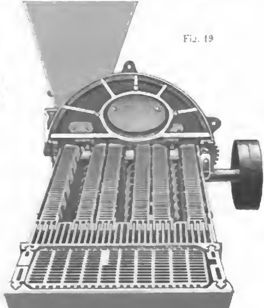
[1]) Bereits im zweiten Jahrzehnt unseres Jahrhunderts begannen diese Bestrebungen. Unterm 29. Juni 1819 erhielt Brunton ein englisches Patent auf eine Beschickungsvorrichtung, welche nach Seyferth in England und in Frankreich trotz ihrer Unvollkommenheit vielfach Anwendung gefunden hat. Sie bestand aus einem kreisförmigen, rotirenden Rost von Schmiedeisen. Das Brennmaterial traf ihn von dem Beschickungstrichter, der abwechselnd durch einen Schieber abgeschlossen und geöffnet wurde, fallend. Vergl. auch das Ergebnifs der diesbezüglichen Bestrebungen des sächs. Ingenieurvereines, welcher am 1. Aug. 1857, also vor rund 25 Jahren, einen Preis ausschrieb für eine ausführliche Darstellung der verschiedenen Rauchverbrennungseinrichtungen. Heft II der Mittheilungen des genannten Vereines.

Fig. 18



Fig. 20

Fig. 19



E. Einrichtungen des Rostes, welche die Nothwendigkeit, die Feuerthür zu öffnen, weniger oft eintreten lassen.

Die hierhergehörigen Ausstellungsgegenstände sind, soweit sie nicht an anderer Stelle besprochen wurden, Roste, deren Stäbe dreh- oder auch nur schwingbar, überhaupt von aufsen beweglich angeordnet waren. Hierher gehört der Inhalt des Th. Henderson in Liverpool unter No. 2272 in Deutschland ertheilten und vom 15. September 1877 datirten Patents.

F. Zuführung des Brennmaterials in verschiedenen Höhen des geneigten Rostes.

James Farrar & Co., Old Foundry, Bornsby, hatten Barber's Patent Smokeless Furnace ausgestellt, welche Feuerung nichts weiter ist, als der Langen'sche Etagenrost in unveränderter Auflage, dem, wie bekannt, zwar ein richtiges Princip zu Grunde liegt, dessen praktische Unbrauchbarkeit jedoch seit reichlich einem Jahrzehnt in Deutschland allgemein erkannt ist.

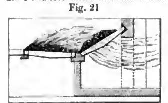
G. Einwirkung glühender Massen (Mauerwerk, Asbest, Gase) auf die Producte unvollkommener Verbrennung.

John Collinge, Wollshaw House, Oldham, hatte eine Vorfeuerung mit einem Rost ausgestellt, dessen Neigung gegen den Horizont geändert werden konnte.

Michel Perret, Place d'Jéna, Paris, hatte die ihm auch in Deutschland unter No. 10656 vom 1. Februar 1880 patentirte Etagenfeuerung zur Verwerthung staubförmigen Brennmaterials ausgestellt.

Ferner hatte man in einem Flammenrohre hinter der Feuerbrücke einen geneigten Rost angeordnet und ihn mit Asbestkörpern belegt, an denen sich beim Passiren der Rauch entzünden soll. Ganz abgesehen von anderen Umständen mufs die Brauchbarkeit dieser Anordnung schon daran scheitern, dafs dieser zweite Rost, sowie die als offene Hohlkörper hergestellten Asbeststücke gereinigt werden müssen. Die Idee, die Producte einer unvollkommenen Verbrennung einen zweiten (meist glühenden Coks tragenden) Rost passiren zu lassen und dadurch vollständig zu oxydiren, rührt wohl zuerst von Higgin (engl. Patent vom 18. Aug. 1823?) her, später (1839) ist sie von Bourne nach Mafsgabe der Fig. 21 vorgeschlagen worden.

Fig. 21



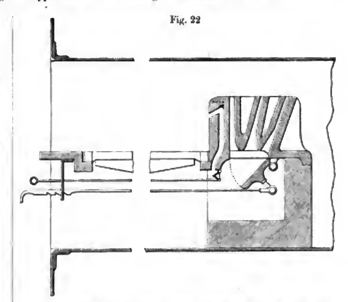
Durch Verlängerung der Feuerbrücke rauchfreie Verbrennung zu erzielen, wurde ebenfalls von einer ausgestellten Feuerung bezweckt.

H. Zuführung von mehr oder minder erwärmter Luft, indem dieselbe vor Eintritt in den Verbrennungsraum heifses Mauerwerk, heifse Metallkörper (eiserne Feuerbrücken, Röhren, hohle Roststäbe u. s. w.) bespült.

Hierher gehört die Feuerung von Chubb & Co., 28 New Bridge Street, Blackfriars, London, mit eiserner, mehrfach geschlitzter Feuerbrücke (Fig. 22), durch welche Luft, diese kühlend und sich erwärmend, zu den Gasen tritt. Durch Klappen ist für Regulirbarkeit der einströmenden Luftmenge Sorge getragen. Im Wesentlichen stimmt hiermit überein die eiserne Feuerbrücke von J. Hampton, Loughborough, Leicestershire. Aehnlich wirkt die aus gufseisernen Canälen bestehende Feuerbrücke von Ireland & Lownds, 46 West Street, Leek, Staffordshire. Künstlicher ist die aus Chamottesteinen hergestellte und luftzuführende Feuerbrücke von G. Hunter & Co., Upper Accommodation Road, Leeds, u. s. w.

Ferner sind anzuführen die Feuerthüren, welche die durch sie passirende Luft erwärmen sollen (Construction von Henderson's Patent Firedoor Company, 40 Castle Street, Liverpool; von W. A. Martin & Co., Pocock Street, Blackfriars Road, London u. s. f.).

Fig. 22



Schliefslich bleibt noch zu erwähnen die Zuführung von Luft durch hohle Roststäbe, wohl auch unterstützt durch Dampfstrahlen, wie bereits unter D. beschrieben.

J. Zuführung von Wasserdampf.

Dieses Mittel der Rauchverhütung ist, wie die früheren, nicht mehr neu, wenn auch nicht so alt, wie z. B. das unter H. aufgeführte, welches nach Dr. Fischer bereits 1699 von La Hire vorgeschlagen worden sein soll.

Der von The Great Britain Smoke Consuming & Fuel Saving Company, Limited, London, ausgestellte und geheizte Dampfkessel war mit Apparaten von O. D. Ornis in Chicago versehen (Fig. 23), durch welche je mittelst eines Dampfstrahles Luft angesaugt und mit dem Dampfe in die Feuerung gedrückt wird. Die Versuche, welche der Vertreter der Gesellschaft in der Ausstellung machte, liefsen die rauchvermindernde Wirkung der Einrichtung deutlich erkennen. Allerdings hielt man dabei eine sehr hohe Brennstoffschicht auf dem Roste, so dafs der niedrige eiserne Schornstein nicht den nöthigen Zug erzeugen konnte, sondern sichtbar der Unterstützung durch das Dampfstrahlgebläse bedurfte.

Fig. 23

Ueber den allgemeinen Werth des Mittels, durch Zuführung von Dampf den Rauch zu vermeiden, insbesondere bei einer rationellen Anlage (mit genügender Stärke des Zuges), zu sprechen, wird wohl kaum nöthig sein.

Damit sind die zur Rauchvermeidung in den ausgestellten Gegenständen angewendeten Mittel erschöpft.

Bevor ich zu den Schlufsbemerkungen übergehe, möchte ich wenigstens noch ein Ausstellungsobject erwähnen, welches mit der Rauchfrage der Feuerungen zwar nur verwandt, jedoch von ebenso allgemeinem Interesse ist: den »Regenerativ-Gasbrenner« von Siemens. Soviel mir bekannt, haben sowohl William wie Friedrich Siemens den Gegenstand bearbeitet. Die Figuren 24 und 25 geben die Construction des Letzteren, welcher die Sache weiter verfolgt hat, wieder, diejenige des Ersteren findet sich in seiner in Glasgow gehaltenen und eingangs erwähnten Vorlesung beschrieben.

Das Wesen dieser Gasbrenner besteht darin, Flammen von möglichst hoher Temperatur zu erzielen. Zu diesem Zwecke wird sowohl das Leuchtgas, wie auch die zu dessen Oxydation nöthige Luft durch die abziehenden Verbrennungsproducte vor der Vereinigung stark erhitzt. (Also das Princip der Siemens'schen Regenerativgasfeuerungen.) Das kalte

Gas tritt aus der Gasleitung in die Kammer *A*, passirt die auf einem Cylindermantel liegenden Gasröhren *B* und entzündet sich bei *C*. Die kalte Luft strömt in die Kammer *D* und wird dem Gase bei *C* wohl vertheilt zugeführt. Die Flamme brennt um den Porzellanmantel *H*, wendet sich infolge der durch den Schornstein *F* (Fig. 24) oder *G* (Fig. 25) erzeugten Strömung oberhalb desselben nach unten in den Regenerativ-Heizraum *E*, dessen Temperatur auf ca. 480° C. steigen soll.

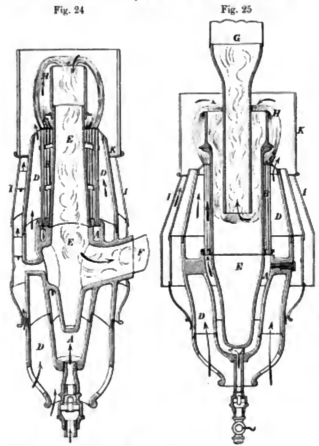


Fig. 24 Fig. 25

Luft und Gas auf ihrem Wege nach oben müssen sich hierbei entsprechend erwärmen. Der äufsere Metallmantel *J* hat den Zweck, einem Luftstrom zur Entstehung zu verhelfen, der das Ueberhitzen des Brenners verhindert und die noch erforderliche Luft zuführen soll. Der auf dem Kopfe des Brenners befindliche Glascylinder *K* schützt die Flamme gegen den Einflufs seitlichen Luftzuges.

Eine Anzahl solcher Brenner beleuchteten das Conservatory der Horticultural Gardens, in deren Arcaden die ausgestellten Gegenstände untergebracht waren, in sehr befriedigender Weise.

Schlufsbemerkung.

Fasse ich angesichts der bei uns in letzterer Zeit entstandenen Agitation für ein Eingreifen der Behörden in der Rauchfrage die Ergebnisse des Besuches der Ausstellung, sowie der sonstigen Beschäftigung mit der Sache zusammen, so kann Folgendes ausgesprochen werden:

Es ist möglich, das Rauchen der Feuerungen mehr zu vermeiden, als das jetzt der Fall ist. Zu diesem Zwecke von dem, was die Ausstellung bietet, etwas zu entlehnen, sind wir jedoch nicht veranlafst.

Wir haben die Gasfeuerungen in nicht geringerer Vollkommenheit, als man sie anderwärts hat. Die Halbgasfeuerungen z. B. im System Tenbrink mit verschiedenartiger Ausführung (Ztschr. d. V. dtsch. Ingenieure 1877, S. 461 u. f., D. R.-P. No. 1478, No. 8213, No. 9563, No. 12 939 u. s. w.) in einfacherer Weise als durch die Mechanical Stokers.

Es steht in unserer Hand, die Verwendung von Heizgas, welches für diesen Zweck besonders hergestellt weit billiger als Leuchtgas wird, zu verallgemeinern, beziehungsweise einzuführen, und statt bituminöser Brennstoffe soviel als möglich Coks zu benutzen, der um so weniger belästigende Producte liefern wird, je geringer sein Schwefelgehalt ist. Befreiung des Gases, welches für Heizzwecke verwendet wird, von der Besteuerung dürfte allein schon manche rauchende Feuerungsanlage zum Verschwinden bringen bezw. am Entstehen verhindern.

Es liegt bei uns, verständige und gewissenhafte Arbeiter zur Bedienung der Feuerungen anzustellen, statt — wie dies häufig geschieht — jeden beliebigen Tagarbeiter hierzu zu verwenden. So oft das schon hervorgehoben ist, so sehr thut es Noth, es zu wiederholen.

Dafs ein Druck seitens der Behörden wohlthätig für die Allgemeinheit, zum Theil sogar im Interesse mancher Kohlenconsumenten wirken kann, ist meine Ueberzeugung, ebenso jedoch, dafs dieser Druck nur ein bescheidener sein darf. Es müfste bei Feststellung desselben im Bewufstsein behalten werden,

dafs die Rauchfrage eine alte und schwierige ist (vergl. das unter D. Gesagte),

dafs man nicht blos mit den todten Einrichtungen, sondern auch mit der lebendigen Bedienung zu thun hat,

dafs in vielen der grofsen Städte mehr Brennmaterial (und noch dazu weniger vollkommen) für Haushaltungszwecke verbrannt werden dürfte, als in den Feuerungen für die Industrie, (nach gefälliger Mittheilung des Vorstandes des württembergischen Dampfkesselrevisionsvereines beträgt für Stuttgart die jährliche Einfuhr von Kohlen, Coks . . . . 93 282^t, wovon durch die zu Stuttgart, Berg, Gablenberg, Hesloch im Betrieb befindlichen 222 Dampfkessel consumirt werden Steinkohlen . 37 072^t),

dafs speciell in unserem Lande die hohen Preise der Kohlen längst zu eifrigen Bemühungen um Ausnutzung des in diesen enthaltenen Heizvermögens veranlafst haben (vergl. die wissenschaftlichen Arbeiten von A. Hartmann, F. Decker, sowie die neuen Kesselconstructionen unserer renommirten Maschinenfabriken) und dafs infolge dessen durch ein Eingreifen der Behörden der durchschnittliche Fortschritt kein so grofser sein kann, als da, wo die Billigkeit der Kohlen altem Schlendrian Vorschub leistete. Einzelnen Feuerungen gegenüber wird die Verbesserung allerdings auch bei uns eine ganz bedeutende werden können.

Der Uebergang zur allgemeinen Verwendung des Brennstoffs in gasförmigem Zustande kann wohl allein befriedigend über diese Schwierigkeiten, insbesondere über die von den Feuerungen für Haushaltungszwecke herrührenden hinweghelfen und mufs deshalb unser Ideal bleiben, welches, abgesehen von speciellen Fällen, überdies den Vorzug besitzt, wenn auch noch in einiger Entfernung, so doch sicher auf dem Gebiete des Erreichbaren zu liegen.

Die allgemeine deutsche Patent- und Musterschutz-Ausstellung in Frankfurt am Main.

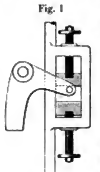
Die Werkzeugmaschinen. (Fortsetzung von Bd. XXV, Heft 10, S. 607.)

Neben den früher betrachteten Anordnungen zum Formen und Schleifen fanden wir auf der Ausstellung eine Reihe ganz interessanter Constructionen von Werkzeugmaschinen, die in dem Folgenden kurz besprochen sein mögen.

Maschinen, welche auf Grund der Dehnbarkeit eine Verarbeitung der Metalle vornehmen sollen, fand ich überhaupt nur 3, nämlich 1 Dampfhammer, 1 Fallhammer und 1 Blechrichtmaschine.

Der Dampfhammer, ausgestellt von der Kalker Werkzeugmaschinen-Fabrik, L. W. Breuer, Schumacher & Co. in Kalk, ist im Ganzen hübsch ausgeführt, zeigt aber wenig Neues; er ist mit einem Schieber ausgerüstet, dessen Schieberstange nicht in fester Verbindung mit dem Steuerhebel sich befindet. Die Schieberstange ist vielmehr mit einer

Fig. 1



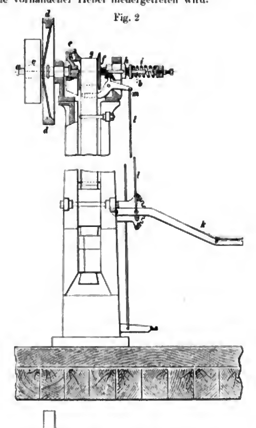
Tasche versehen, in welcher zwei verschiebbare Knaggen angeordnet sind, in deren Zwischenraum das Ende des Steuerhebels eingreift; dadurch, dafs diese Knaggen verschiebbar angeordnet sind, kann der Hub des Hammerbären entsprechend regulirt werden. Die Anordnung selbst wird wohl hinlänglich durch Fig. 1 dargestellt.

Die Firma H. Meier in Aerzen hatte einen Fallhammer mit ganz sinnreicher Steuerung ausgestellt; die Einrichtung desselben ist durch Fig. 2 und 3 wiedergegeben.

In dem oberen Theile des Hammergerüstes ist eine Welle gelagert, welche sich continuirlich bewegt, und mit welcher zum Heben des an einem Riemen aufgehängten Hammerbären die Windetrommel durch eine Frictionskuppelung verbunden wird.

Die Steuerung ist bei dem ausgestellten Hammer so eingerichtet, dafs der Hammerbär stets der Bewegung des Steuerhebels in gleichem Sinne folgen mufs; es kann aber auch eine solche Vorrichtung angebracht werden, dafs der Hammer selbstthätig fortarbeitet, wenn und so lange ein zu diesem Behufe vorhandener Hebel niedergetreten wird.

Fig. 2



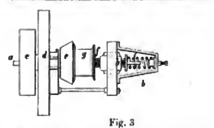


Fig. 3

In Fig. 2 und 3 ist *ab* die continuirlich rotirende Antriebswelle, auf welcher die Riemenscheibe *c*, Schwungrad *d* und Frictionsscheibe *e* befestigt sind. Um das eine Ende der Antriebswelle fafst eine lange Hülse bestehend aus der Windetrommel *g* und der in der Figur angegebenen Schraube, welche durch die Mutter *h* getragen wird. Letztere ist auf solche Weise im Gestell gelagert, dafs sie keine Drehbewegung, dagegen eine achsiale Bewegung leicht ausführen kann. Diese achsiale Bewegung kann hervorgerufen werden durch die Feder *i*, und so weit fortgeführt werden, dafs die Trommel *g* in angedeuteter Weise mit der Frictionsscheibe *e* gekuppelt wird.

Mittelst des Handhebels *k*, der Zugstange *l* und des Winkelhebels *m* kann die entgegengesetzte Bewegung hervorgerufen, also die Windetrommel aus der Kuppelung gelöst werden, so dafs der Hammerbär, die lose Trommel mitnehmend, frei herabfallen kann.

Hebt man alsdann den Handhebel *k*, so tritt die Feder *i* wieder in Wirksamkeit und kuppelt die Windetrommel mit der Betriebswelle, so dafs ein Aufziehen des Hammerbären stattfindet. Bei dieser Rotationsbewegung schraubt sich die Schraube *f* in ihre Mutter hinein, zieht also diese, da sie selbst vorläufig noch keine Bewegung ausführen kann, nach links, bis eine derartige geradlinige Bewegung gehemmt und dadurch die Kraft der Feder überwunden wird. In demselben Momente mufs natürlich die Schraube auch die geradlinigfortschreitende Bewegung machen, d. h. die Kuppelung würde aufgelöst werden, wenn nicht bei der geringsten Seitenbewegung nach rechts die Feder *i* das System wieder nach links verschöbe; dabei findet eine solche Ausgleichung statt, dafs zwischen Frictionsschale und Windetrommel gerade genügende Reibung entsteht, um das Hammergewicht im Ruhezustande, schwebend zu erhalten. Bei Einwirken einer äufseren Kraft, welche den Hebelarm *k* niederdrückt, fällt dann sofort der Hammerbär herab und schraubt dabei die Schraube wieder aus ihrer Mutter heraus, führt also die Theile wieder in die Anfangsstellung zurück.

Die Handhabung dieses Hammers kann als eine leichte bezeichnet werden, doch wäre es interessant und sehr wünschenswerth gewesen, wenn neben demselben auch andere Fallhammer-Constructionen (z. B. die von Hasse & Co. in Berlin) ausgestellt gewesen wären, um so einen Vergleich zwischen den verschiedenen Einrichtungen zu gestatten.

Nicht uninteressant und in der Ausstellung durch ein hübsches Modell und eine gröfsere Maschine wiedergegeben war eine Blechrichtmaschine von Wilke in Braunschweig.

Das Blech wird bei dieser Maschine in der bekannten Weise zwischen einer Anzahl Walzen, bei der ausgestellten Maschine 4 Unter- und 3 Oberwalzen, hindurchgeleitet und dadurch ein Flachrichten desselben erreicht. Dabei treten die beiden Bedingungen auf, dafs erstens ein gleichmäfsiger Betrieb aller Walzen stattfindet, und dafs zweitens eine genaue Regulirung der Stellung der Oberwalzen zu den Unterwalzen möglich ist, diese Regulirung aber auch während der Arbeit, mit genügendem Druck und rasch ausgeführt werden kann.

Die erste Bedingung wird erfüllt durch den Eingriff langgezahnter Triebräder, welche gleichmässig durch eine Uebersetzung von einer Handkurbel mit Schwungrad oder einer Transmission aus in Betrieb gesetzt werden können.

Die Erfüllung der zweiten Bedingung zeigen die Fig. 4 und 5, von denen Fig. 4 eine Seitenansicht der Maschine, Fig. 5 einen Durchschnitt durch einen Ständer wiedergiebt. Es sind in diesen Figuren mit *a* und a_1 die 7 Walzen mit ihren Getrieben bezeichnet, von denen die 4 Unterwalzen *a* in dem festen Gestell *A*, dagegen die 3 Oberwalzen a_1 in dem im festen Gestell *A* geführten Schlitten *B* gelagert sind. Da diese letzteren während der Arbeit nur einen Druck nach oben ausüben, so war es nicht nöthig sie von unten vollständig zu lagern, es kommt lediglich darauf an, sie an dem Schlitten *B* aufzuhängen, was durch eine gemeinschaftliche schwache Lagerschale geschehen konnte.

Dieser Schlitten *B*, welcher auf beiden Seiten ganz gleichmäfsig ausgeführt ist, ist an 2 Lenkerstangen *b* aufgehängt, welche mit ihren oberen Enden bei *c* an zwei excentrischen Scheiben der in dem Gestell *A* gelagerten Wellen *d* angehängt sind; bei einer Drehung dieser Wellen mufs also eine entsprechende Auf- oder Abwärtsbewegung der Schlitten stattfinden. Um diese Drehung, welche vollkommen gleichmäfsig stattfinden mufs, zu erreichen, ist auf jede der Wellen

Fig. 4

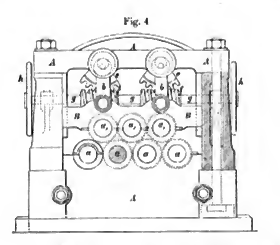
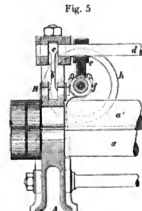


Fig. 5



ein Schraubenradsegment *e* befestigt, welches in eine Schraube *f* eingreift. Beide Schrauben sind auf einer quer durch die Maschine gelagerten Welle *g* befestigt, welche durch eins der Handräder *h* in Bewegung gesetzt werden kann. Welcher Erfolg durch die eine oder andere Drehung dieser Handräder erreicht wird, ergiebt sich nach dem Vorigen leicht, wenn man bedenkt, dafs in den Figuren die Oberwalzen die tiefste Stellung einnehmen.

Bemerkt mag noch werden, dafs, wenn die Walzen sehr lang sein müssen, so dafs in der Mitte eine Durchbiegung derselben zu befürchten ist, hier sowohl über den Oberwalzen als unter den Unterwalzen ein Rollenlager angebracht wird, welches so gestaltet ist, dafs sich gegen jede der Walzen eine Rolle legt, den Druck aufnimmt und so die Durchbiegung verhindert.

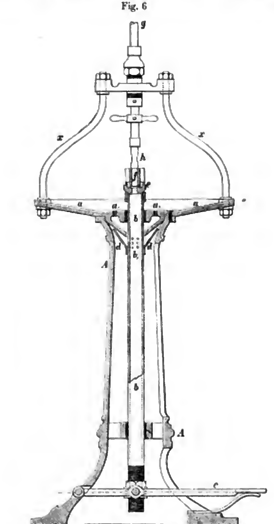
Neben einer Collection sehr einfach construirter Lager für Wellenleitungen und einer sehr zweckmäfsig angeordneten Zuführungsconlisse für verticale Patronenhülsen-Ziehmaschinen, welche das unsichere und gefährliche Einsetzen der Patronenhülsen durch den Arbeiter ersetzt, hatte die deutsche Metallpatronenfabrik von W. Lorenz in Karlsruhe einen sehr werthvollen Apparat zum Härten von Stahlhohlkörpern ausgestellt.

Bei allen derartigen Körpern, wie Matrizen, Kaliberringen, Fräsen u. s. w. macht das Härten dadurch häufig Schwierigkeiten, dafs infolge ungleichmäfsig rascher Abkühlung entweder Spannungen in dem Körper entstehen, welche häufig mitten in der Arbeit das Springen desselben hervorrufen, oder dafs gleich während des Härtens Risse auftreten und Theile abgetrennt werden. Diesen Uebelstand zu vermeiden, soll der vorliegende Apparat dienen, indem durch eine rationell durchgeführte Zuleitung des Kühlwassers eine möglichst gleichmäfsige Abkühlung des ganzen Körpers, resp. ein gleichmäfsiges Zusammenziehen aller Theile erreicht werden soll. Diese Forderung ist bei dem Apparate so weit erreicht, dafs sonst infolge ihrer Gestalt sehr schwierig zu härtende Körper viele Male nach einander gehärtet werden können, ohne dafs durch das Verfahren irgend ein Fehler hervorgerufen wurde.

Fig. 6 bis 10 stellen diesen Apparat dar, und zwar giebt Fig. 6 einen Längenschnitt durch den ganzen Apparat wieder, während Fig. 7 bis 10 die Anordnungen für die Zuführung des Wassers und die Aufnahme des zu härtenden Körpers zeigen.

Ein säulenartiges Hohlgestell *A* trägt frei einen Teller *a* und dient zu gleicher Zeit dazu, in seiner Achse das vermittelst des Trittes *c* vertical auf und ab zu bewegende Ablaufrohr *b* zu führen, dessen genaue Höhenstellung durch die am unteren Ende angegebene Schraube mit Mutter stattfinden kann. An diesem Rohr ist unterhalb des Tellers ein Trichter *d* befestigt, welcher alles durch die Löcher a_1 des Tellers *a* abfliefsende Wasser auffängt und durch die Löcher b_1 in das Abflufsrohr einleitet. Auf das obere Ende dieses Rohres wird für jeden zu härtenden Körper ein besonderes Kopfstück *e* aufgesetzt, welches zur Aufnahme dieses Körpers *f*, sowie zur richtigen Leitung des Wassers dient. Das Wasser wird durch ein Rohr *g* mit Mundstück *h* zugeleitet, welches durch drei auf den Teller aufgesetzte Stützen *x* getragen wird. Fig. 7 giebt ein Mundstück in seiner Verbindung mit dem Zuführrohr im Längenschnitt an; das eigentliche Mundstück *h* wird mittelst der Schraube *i* mit dem Zuführrohr verbunden und kann also leicht ausgewechselt werden. Der untere

Fig. 6



Theil g_1 des Zuführrohres ist beweglich, durch eine Stopfbüchse *k* in das feste Rohr *g* eingeleitet und trägt am oberen Ende das Ventil *l* mit der Schraube l_1, so dafs durch eine Rechtsdrehung des Rohres g_1 an den Griffen g_{II} ein beliebiges Oeffnen des Ventils hervorgerufen und ein bestimmter Wasserzuflufs erreicht werden kann. Hat man also zunächst allen Theilen die in Fig. 6 angegebene Lage ertheilt, so kann auf solche Weise eine gröfsere oder geringere Quantität Wasser, je nach Bedürfnifs, dem zu härtenden Körper zugeleitet werden.

Der Härteprocefs selbst findet dann in folgender Weise statt. Nachdem mittelst des schon früher angegebenen Trittes das Rohr *b* heruntergedrückt ist, wird der erhitzte Stahlkörper unter das Mundstück *h* gebracht und nimmt nach Freilassen des Trittes die Stellung ein, welche durch die Fig. 6, 8 und 9 angegeben ist. Durch Drehung des Griffes g_{II} wird

alsdann das Kegelventil *l* mehr oder weniger geöffnet und dadurch der Wasserzuflufs regulirt. Bei gewöhnlichen Hohlcylindern geschieht der Zuflufs des Wassers durch ein einfaches Ansatzrohr, wie es Fig. 7 zeigt. Das Wasser fliefst alsdann direct durch den Hohlkörper in das Abflufsrohr und nur das überfliefsende Wasser und das zur Aufsenkühlung benutzte Wasser fliefst auf den Teller *a* und von hier durch die Löcher a_1 in dasselbe Rohr ab.

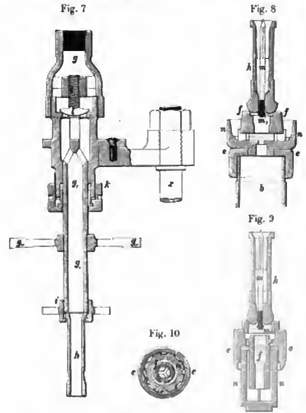


Fig. 7 Fig. 8 Fig. 9 Fig. 10

Bei complicirter geformten Hohlkörpern mufs eine andere Wasserführung stattfinden, etwa wie sie durch die Fig. 8 bis 10 dargestellt wird. Es ist hier in das Mundstück noch der dreiflügelig geführte Cylinder *m* mit einem Conus m_1 am unteren Ende eingesetzt, welcher das Wasser ringförmig austreten läfst und damit die Möglichkeit gewährt, entweder den Strahl zunächst aufsen um den zu härtenden Körper, dann durch das Innere hindurch wieder fort, oder ihn theils innen hinein, theils aufsen herum zu leiten. Der Körper selbst ist dann, wie Fig. 9 und 10 zeigen, in einen Behälter *n* eingesetzt, in welchem er durch dünne Stützen und Rippen in passender Stellung gehalten wird.

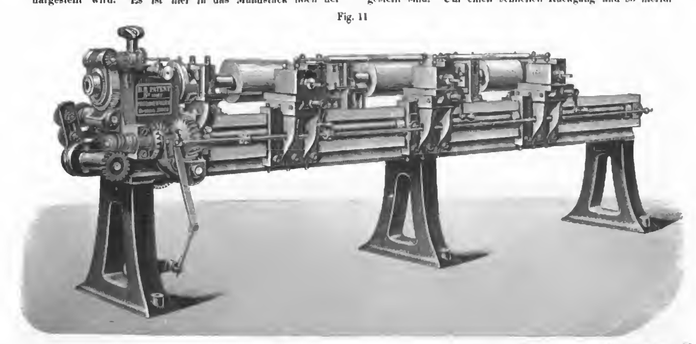
Eine Anzahl Normal-Kaliberzapfen und Ringe von 75 bis 100 mm Durchmesser, aufserordentlich exact hergestellt, waren von derselben Firma ausgestellt; dieselben sind auf dem vorher beschriebenen Härteapparat glashart hergestellt, dann zusammengeschliffen und wird für dieselben eine Genauigkeit von 0,002 mm garantirt.

Eine sehr hübsch construirte automatische Riffelmaschine für Hartgufswalzen war von der Maschinenfabrik Oerlikon ausgestellt worden und wird durch Figur 11 wiedergegeben. Die Bank ist in der Figur zum gleichzeitigen Riffeln von 3 Walzen eingerichtet, kann aber durch Ausführung mit 1 oder 2 Supporten auch zum Riffeln von nur 1 oder 2 Walzen dienen.

Die Forderungen für eine solche Maschine bestehen darin, dafs auf die Cylinderfläche der für Schrotstahlungen angewendeten Hartgufswalzen, welche auf einer ebenfalls ausgestellten Schleifmaschine vorbereitet sind, Riffeln eingearbeitet werden, deren Zahl und Neigungswinkel veränderlich sein mufs. Es ist dabei nothwendig, dafs der Stahl nur in einer Bewegungsrichtung in Thätigkeit ist, bei der Rückkehr dagegen leer läuft und dem entsprechend vom Arbeitsstück abgehoben wird. Die Bewegungen, welche hieraus resultiren, sind folgende: Beim Schneiden der ersten Riffel mufs der Stahl eine der Achse der Walze parallele Bewegung ausführen, während zugleich der Walze selbst eine entsprechende Drehbewegung ertheilt wird; beim Rückgang mufs alsdann der Stahl soweit von der Walze ab bewegt werden, dafs er mit dem Arbeitsstück nicht mehr in Berührung kommt; dann müssen Stahl und Walze ihre rückgängige Bewegung ausführen, und endlich mufs vor Beginn des nächsten Schnittes die Walze um eine Riffeltheilung gedreht werden.

Der Arbeitsstahl ist, wie die Figur zeigt, auf einem auf dem Bette der Bank geführten Support befestigt und wird mit diesem vermittelst einer Schraube geradlinig fortbewegt. Der Antrieb dieser Schraube erfolgt bei der Arbeitsbewegung vermittelst Schnecke und Schneckenrades von der Antriebswelle aus, welche in dem vorderen Theile der Bank quer zur Wange gestellt sind. Um einen schnellen Rückgang und so hierfür

Fig. 11



ein Minimum von Zeitaufwand hervorzurufen, findet während desselben die Bewegung nicht durch die Schnecke, sondern durch Winkelräder statt. Zur Umsteuerung dient dabei eine gewöhnliche Klauenkuppelung, welche durch einen verstellbaren Anschlag vom Support aus direct bewegt wird.

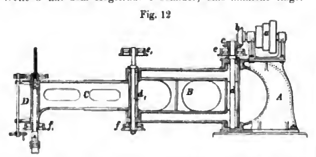
Um die Riffelschräge zu erhalten, wird die Bewegung von der Leitspindel durch Wechselräder, deren Uebersetzung je nach der Riffelschräge veränderlich ist, auf die eine Transportwelle übertragen, von welcher vermittelst Winkelräder, Schnecke und Schneckenrades die Bewegung der Spindel erfolgt. Die Schaltung erfolgt dann nach jedem Schnitte durch einen besonderen Schaltmechanismus, welcher es ermöglicht, jede beliebige Theilung hervorzurufen.

Um endlich beim Rückgange die Stähle aufser Eingriff zu setzen, ist der Stahlhalter um einen Bolzen drehbar angeordnet, so dafs, wenn bei der Vorwärtsbewegung des Supports der Stahlhalter gegen einen je nach der verlangten Schnittlänge verstellbaren Anschlag trifft, derselbe sich soweit dreht, dafs ein Hebel, durch Federdruck dazu veranlafst, zwischen den Stahlhalter und die Schlittenwand schlägt und nun denselben festhält, bis nach vollendeter Rückwärtsbewegung dieser Hebel gegen einen Anschlag trifft und durch diesen soweit herausgedrückt wird, dafs der Stahlhalter unter dem Einflufs einer sehr starken Feder in die alte Arbeitslage zurückkehren kann.

An der hinteren Wand der offenen Halle der Ausstellung befand sich alsdann eine stationäre Bohrmaschine mit gelenkigem Ausleger von Paul Langbein in Würzburg, gebaut von der Noell'schen Waggonfabrik daselbst. Dieselbe erfüllt mit sehr einfachen Constructionen dieselben Bedingungen, welche durch die bekannten Anordnungen der Radialbohrmaschinen erreicht werden, d. h. sie gestattet bei leichter Verstellbarkeit das Bohren einer gröfseren Anzahl Löcher innerhalb einer Halbkreisfläche, event. Kreisfläche, je nachdem die Maschine als Wandmaschine construirt ist, oder sich um eine Säule im Kreise drehen läfst, wie es für einzelne Fälle, z. B. im Brückenbau, wünschenswerth erscheint.

Die Anordnung der ausgestellten Maschine ist durch nebenstehende Fig. 12 wiedergegeben. Das Gestell A ist fest und trägt zunächst in seinem oberen Theile die Antriebswelle mit den Treppenscheiben a und dem Kegelrade b, durch welches die Bewegung übertragen wird auf das Kegelrad c. An der vorderen Seite trägt das Gestell ferner in zwei Lagern den zweitheiligen Ausleger BC, in dessen hohler Achse sich die Welle d mit dem Kegelrade c befindet; eine ähnliche Lager-

Fig. 12



anordnung befindet sich am vorderen Ende des ersten Theiles des Auslegers B zur Aufnahme des vorderen Auslegertheiles C und der Welle d_1. Die Bewegung wird hier übertragen durch Riemen von der Riemenscheibe e auf die Riemenscheibe e_1. Das vordere Ende des Auslegers C trägt endlich eine gewöhnliche Bohrvorrichtung D, wie sie die Figur wiedergiebt, und wird hier die Bewegung auf die Bohrwelle von der Welle d_1 durch einen Riemen, mittelst der Riemenscheiben f und f_1 übertragen.

Durch diese Vorrichtung wird also ermöglicht, die Bohrspindel sowohl um die Achse d, als um die Achse d_1 innerhalb entsprechender Grenzen frei zu drehen und so nach beliebigen Stellen der untergelegten Arbeitsstücke zu führen. Wünschenswerth wäre es wohl, auf die Ausführung der Bohrmaschine etwas mehr Sorgfalt zu verwenden, als bei dem ausgestellten Exemplare ersichtlich war.

Die Kalker Werkzeugmaschinen-Fabrik von Breuer, Schumacher & Co. hatte ferner eine Anzahl Meifselhalter ausgestellt, deren Construction durch die Fig. 13 bis 16 dargestellt wird. Der Halter besteht aus einem Schmiedestück a mit vierkantigem Schaft zum Einspannen auf einem Support. Der vordere Theil dieses Halters ist, wie Fig. 13 zeigt, stark gekröpft und hat eine etwas schräg gestellte Bohrung, welche zur Aufnahme des Stahles b dient. Zum Festklemmen dient

Fig. 13 Fig. 15 Fig. 16

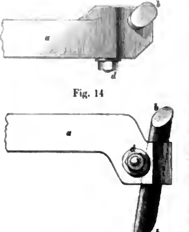
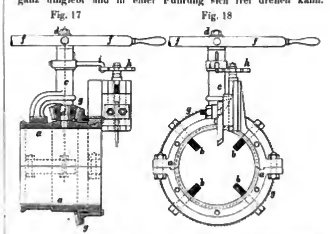


Fig. 14

alsdann der Keil c, indem dieser, angezogen mittelst der Mutter d, sich gegen den Stahl legt und ihn in die Bohrung einprefst. Soll vierkantiger Stahl verwandt werden, so darf der Halter natürlich keine runde Bohrung haben, sondern wird mit einem entsprechenden vierkantigem Loche versehen (s. Fig. 15).

Ferner waren von derselben Fabrik einige Rohrabschneider ausgestellt, welche entweder in einem festen Gestell gelagert sind oder, wie die Fig. 17 und 18 zeigen, am abzuschneidenden Rohre selbst befestigt werden. Es besteht dieser Apparat aus einem Ringe a, welcher mittelst der Schrauben b auf dem Rohre befestigt und zugleich einigermafsen centrirt wird. Dieser Ring a bildet gleichsam das Gestell des Apparates und trägt in einem seitlich angeschraubten Lager c eine Achse d mit Kegelradgetriebe e und Handrad f. Das Kegelradgetriebe greift in ein gröfseres Kegelrad g ein, welches den Ring a ganz umgiebt und in einer Führung sich frei drehen kann.

Fig. 17 Fig. 18

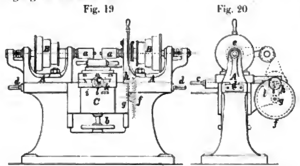


Dieses Kegelrad g trägt an seinem Umfange einen einfachen Support mit Meifsel, welcher bei der Drehung um das Rohr in dieses zunächst ein Rinne einschneidet und schliefslich die Abtrennung bewirkt. Die dabei nothwendige Schaltbewegung des Stahles geschieht selbstthätig, indem auf das Ende der den Supportschlitten bewegenden Schraube ein kleines Schaltrad h aufgesetzt ist, in dessen Zahnlücken bei jeder Umdrehung ein am Lager c angebrachter Stift i eingreift und so eine geringe Drehung desselben hervorruft. Die Benutzung und Wirkung des Apparates ergiebt sich so wohl von selbst, und scheint der Apparat leicht und einfach angewandt werden zu können, hauptsächlich während des Legens der Rohre, wo ein Transport derselben beschwerlich fallen würde, bzw. in Giefsereien, um so das Aufspannen der Rohre auf grofse Drehbänke zu vermeiden.

Zwei sehr gut ausgeführte Werkzeugmaschinen waren neben den bekannten archimedischen Flaschenzügen u. s. w. von Collet & Engelhard zu Offenbach a. M. ausgestellt, und wenn dieselben auch nicht als neue Erfindungen zu bezeichnen sind, so rufen sie doch das Interesse durch Einfachheit ihrer Anordnung und Exactheit der Ausführung hervor.

Die eine Maschine ist eine horizontale Bohrmaschine, bei welcher die Bohrspindel beliebig vertical auf- oder ab- oder horizontal vor- und rückwärts verstellt werden kann, ohne dafs der Antrieb gestört wird. Die Anordnung ist möglichst einfach erreicht, hat aber viele Aehnlichkeit mit den Anordnungen bei Radialbohrmaschinen, bei welchen dem ganzen radialen Arme eine verticale, dem Bohrschlitten eine horizontale Bewegung zu ertheilen ist.

Fig. 19 Fig. 20



Die zweite Maschine ist eine Doppel-Fräsmaschine, wesentlich zum Fräsen von Schrauben und Schraubenmuttern eingerichtet. Die Anordnung ist durch die Figuren 19 und 20 wiedergegeben. Das Gestell trägt hier zwei Spindelkasten *A* mit den Spindeln *B*, welche ohne Räderübersetzung von der Transmission aus getrieben werden und an ihren Köpfen *a* die Fräsen tragen. Zwischen beiden Spindelkasten hat das Gestell einen Ausschnitt, in welchen der Support zum Tragen des Arbeitsstückes eingesetzt ist. Derselbe ist so eingerichtet, dafs ihm vermittelst der Schraube *b* eine verticale Bewegung, vermittelst der Schraube *c* eine horizontale Bewegung und zwar genau normal zur Spindelachse ertheilt werden kann. Zur genauen Einstellung der Fräsen zum Arbeitsstück sind aufserdem beide Spindelstöcke vermittelst der Schrauben *d* verschiebbar angeordnet. Die Schaltbewegung des Arbeitsstückes, welches zwischen den beiden Fräsen hindurchgeführt werden mufs, geschieht mittelst der Schraube *c*, indem von der Schnurrolle *e* aus die Bewegung auf die Schnurrolle *f*, von deren Welle mittelst Getriebe *g* und Zahnrades *h* auf die Achse der Kegelräder *i* und *k* und von einem dieser Räder auf das Kegelrad *l* der Schraube *c* übertragen wird, welche letztere nun nach links oder rechts gedreht wird, je nachdem das Kegelrad *i* oder *k* in das Rad *l* eingreift.

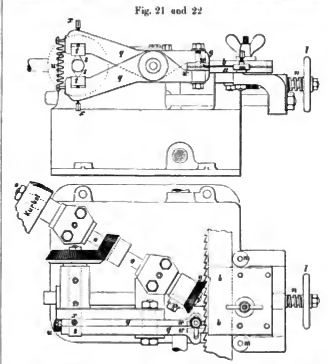
Eine Patent-Universalmaschine war von Ed. Del. Deboutteville in Rouen ausgestellt, welche die verschiedensten in einer gut ausgerüsteten Maschinenbauwerkstätte angewendeten Werkzeuge in sich vereinigt und so zum Vorbohren, Ausbohren, Bestofsen, Fräsen, Hobeln u. s. w. der Arbeitsstücke dienen kann. So hübsch die Combination aller dieser Specialmaschinen zu einer Maschine ausgeführt ist, so wird doch die Anwendung dieser Maschine höchstens eine ausnahmsweise sein können und es wird im Allgemeinen eine solche Combination verschiedener Maschinen nicht als zweckmäfsig erscheinen, um so mehr als einerseits der Preis der Maschine (4800 *M*) naturgemäfs ein sehr hoher wird, andererseits dieselbe gegen Verletzungen immer sehr difficil sein und eine gleichzeitige Verwendung mehrerer der Werkzeuge nicht gestatten wird.

Aufserordentlich geringfügig war die Ausstellung von Maschinen zur Bearbeitung des Holzes; aufser einigen schlecht ausgeführten und kaum praktisch construirten Modellen von Gattersägen fanden wir nur eine sehr compendiös gebaute combinirte Bandsäge, Bohr- und Hobelmaschine von der Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon bei Zürich und eine Maschine zum Schärfen und Schränken der Sägezähne von Bandsägen, von C. Weitmann in Stuttgart.

Die combinirte Bandsäge, Bohr- und Hobelmaschine ist speciell für Bau- und Möbelschreinereien, Glaserwerkstätten, Leisten- und Rahmenfabriken u. s. w. gebaut. Das Gestell der Maschine ist kräftig ausgeführt und die Construction gestattet es, mit geringen, leicht auszuführenden Veränderungen die Maschine als Bandsäge, als Hobelmaschine für Bretter, oder Hobelmaschine für Stäbe, als Bohrmaschine und, nach Aufsetzen eines besonderen Tisches, auch als Kreissäge zu verwenden; ob aber, selbst für die obengenannten Fabrikationszweige, welche nur zeitweise die eine oder andere Maschinenart in Benutzung ziehen, eine solche weitgehende Combination gerechtfertigt erscheint, oder ob es nicht zweckmäfsiger ist, Einzelmaschinen in Verwendung zu ziehen, um so mehr als die Maschine wohl nur durch Elementarkraft betrieben werden kann, erscheint doch sehr zweifelhaft.

Die an C. Weitmann in Stuttgart patentirte, kleine Maschine zum Schärfen und nachherigen Schränken der Sägezähne von Bandsägen führt die Fabrik von Krumrein & Katz in Stuttgart vor. Dieselbe wird durch Fig. 21 in der Seitenansicht und durch Fig. 22 im Grundrifs wiedergegeben.

Fig. 21 und 22



Die Säge wird hier zwischen den Backen *a* und *b* frei geführt, wird aber durch dieselben, deren Abstand genau regulirt werden kann, an jeder ungünstigen Bewegung verhindert. Gegen den Rücken des Sägeblattes treten die beiden Rollen *m*, welche, da sie vermittelst der Schraube *l* verstellt werden können, die Tiefe bestimmen, bis zu welcher die in Anwendung gebrachte Fräse eindringen kann; dieselben werden durch die Feder *n* in ihrer Stellung gehalten, können also, sowohl beim ersten Angriff der Fräse, als auch wenn eine Ueberanstrengung der Fräse stattfinden sollte, zurückweichen.

Die Stellung der Fräse *g* mit ihrer Achse *o*, welche direct durch eine Handkurbel in Bewegung gesetzt wird, ist durch Fig. 22 genügend angegeben. Die Fräse ist indessen nur auf $^3/_4$ des Umfanges mit Zähnen versehen und hat auf dem übrigen Viertel einen Ausschnitt, in welchen der Transporteur *p* eingesetzt wird. Derselbe greift bei jeder Umdrehung mit seinem einen, in Form der archimedischen Spirale gebildeten Ende in den nächstfolgenden Sägezahn ein, schiebt diesen um eine Theilstrecke vor und bietet so die nächste Zahnlücke der Fräse dar. Durch Verschiebung dieses Transporteurs kann das Mafs der Fortrückung der Säge nach der Sägetheilung beliebig regulirt werden.

Neben dem Fräsapparat und von der Achse desselben aus durch ein Kegelradpaar mit der Uebersetzung von 1 : 2 betrieben, liegt alsdann die Schränkzange, welche aus den

beiden zweiarmigen Hebeln $q\,q$ besteht. Diese nicht in einer Ebene liegenden Hebel tragen nach der Säge hin die Schränkeisen $w\,w$, von denen das eine jeweils gegen einen Zahn von oben nach unten einwirkt, während das andere gleichzeitig den nachfolgenden Zahn von unten nach oben aufbiegt, wie es das Schränken einer Säge verlangt. Da infolge der Kegelradübersetzung die Betriebswelle der Zange eine Umdrehung während zweier Rotationen der Fräsenwelle macht, so werden, wie erforderlich, bei jedem Schlufs der Zange zwei neue Zähne sich den Schränkeisen darbieten. Die Bewegung der beiden Hebelarme, deren vorderes Maul sich durch Einwirkung der Feder u stets zu öffnen strebt, wird hervorgerufen durch die nicht in einer Ebene liegenden und um 180^0 versetzten Daumen s auf der schon erwähnten Antriebswelle. Um das Mafs der Schränkung zu reguliren, lassen sich die Angriffs-Backen $t\,t$ für die Daumen s vermittelst der Schrauben x verschieben oder zurückziehen. Die Schränkeisen lassen sich natürlich je nach der Zahntheilung von einander entfernen oder einander nähern.

Was die Gesammtanordnung der Maschine anlangt, so ist dieselbe jedenfalls als eine sehr hübsche zu bezeichnen, doch ist die Verbindung der Fräse mit einem Transporteur nicht als neu zu bezeichnen, da derartige Fräsen seit langer Zeit Verwendung finden, z. B. beim Schneiden von Uhrenrädern; auch findet sich die Anwendung des Transporteurs bei kleinen Maschinenanordnungen zum Ausstanzen der Sägezähne.

Feuerungsanlagen, Heizung und Lüftung.

Gaserzeuger von Vitrac. Derselbe findet seine Hauptverwendung für die Glasöfen des Constructeurs und besteht aus einem parallelepipedischen Raume, der durch eine, bis auf $0{,}40^m$ zum Gewölbe hinaufreichende Wand in zwei Kammern getheilt ist. Etwa auf $^1/_3$ der Höhe der vorderen Kammer stützt sich gegen die Scheidewand eine geneigte Platte, welche sich nach der Sohle des Generators hin in Stufen fortsetzt. Unter den letzteren sind die Ausmündungen der Canäle für den durch einen Ponsard-Recuperator erwärmten Unterwind. In denselben Raum unter der Platte wird ein Dampfstrahl geführt. Die erzeugten Gase treten über die Scheidewand hinweg in die hintere Kammer, welche als Ausgleichsreservoir dient und von welcher aus die Leitungen nach den Verwendungsstellen für das Gas gehen. Der zugehörige Glasofen besteht in der durch Siemens bekannten Form aus Schmelz- und Arbeitswanne mit dahinter gelegtem Recuperator. (»Ann. industr.« 18. Septbr. 1881, S. 376.)

Luftcirculir-Ofen von Hagedorn. Derselbe beruht auf dem gleichen Princip wie der Ofen der Gesellschaft Hohenzollern (S. 482, 1879, der Vereinswochenschrift) und ist wie dieser zur Heizung von gröfseren Räumen wie Werkstätten u. s. w. bestimmt. Er besteht aus mehreren über einander liegenden Doppelkegeln (Ballons), jeder mit einem entsprechend geformten inneren Hohlraum, welch letzterer in jeder Kegelfläche durch vier Rohre mit der äufseren Luft in Verbindung steht. Durch den zwischen Innen- und Aufsenwand der Doppelkegel liegenden Raum ziehen die aus dem Verbrennungsraum aufsteigenden Verbrennungsproducte, während durch die Verbindungsrohre der unteren Kegelflächen die Zimmerluft in die Hohlräume tritt, um erwärmt durch die Rohre der oberen Kegelflächen wieder auszuströmen. Damit nun die austretende warme Luft nicht sofort wieder in die Rohre des darüberliegenden Doppelkegels ziehen kann, ist an der Einschnürung zwischen je zweien derselben eine horizontale Platte angeordnet, auf welche auch warm zu haltende Gefäfse und dergl. gestellt werden können. Für die Erwärmung der Luft auch an der Aufsenseite, sind die äufseren Kegelmäntel mit Rippen besetzt. (»Baugew.-Zeitg.« 1881, S. 602.)

Puddelofen von W. Griffith. Unterscheidet sich von anderen hauptsächlich dadurch, dass er keinen fallenden Fuchs besitzt, sondern die Flamme durch einen Schlitz im Herdgewölbe abzieht. Hierdurch wird die sonstige Fuchsseite für die Anbringung einer dritten Arbeitsthür frei. Engl. Patent. (»Engineering« 17. Juni 1881, S. 625.)

Rufsfänger für Schornsteine von Alb. Petzold in Berlin. Auf der Deckplatte des Schornsteins ist ein Blechcylinder von der Weite des Schornsteins befestigt und in diesem eine mehrfache Spirale aus Blech angeordnet. Der Apparat wird von einem Blechmantel, etwa dem äufseren Schornsteindurchmesser entsprechend, umgeben, welcher ein konisches Dach und in diesem einen kurzen Cylinder, wieder von der inneren Weite des Schornsteins, trägt. Die Rufstheile werden an den Spiralen entlang gegen den Mantel bezw. dessen Dach geworfen und fallen in den ringförmigen Raum zwischen Mantel und Cylinder, von wo sie von Zeit zu Zeit durch Klappen nach dem Schornstein entleert werden. Um den schädlichen Einflüssen von einfallenden Windströmen zu begegnen, sind auf einer senkrechten Stange, welche sich in dem unteren und oberen Cylinder führt, mehrere umgekehrte, oben geschlossene Kegelstumpfe aufgesetzt. (Patentschrift 13169.)

Directe Gasfeuerung von J. Kasalowsky. Sie besteht im Wesentlichen aus einem vorderen Roste, auf welchem eine dünne Brennmaterialschicht zur Verbrennung mit starkem Luftüberschufs gehalten wird, und einem hinter dem ersten etwas tiefer liegenden zweiten Roste mit hoher Brennstoffschicht, auf welchem das Brennmaterial vorgewärmt und entgast wird. Die Beschickung des letzteren erfolgt durch einen verticalen Füllschacht oder durch ein liegendes Füllrohr mit Schnecke oder endlich durch einfaches Hinüberwerfen des Brennmaterials über den vorderen Rost hinweg. Die Verbrennungsproducte treten durch einen mit Schieber verschliefsbaren Fuchs an die Verbrennungsstelle und mischen sich dabei zu vollständiger Verbrennung, für welche erforderlichen Falls noch secundäre Luft zugeführt wird. Da der hintere Rost tiefer als der vordere liegt, so dürfte es einige Schwierigkeiten haben, das entgaste Brennmaterial, wie vorgeschrieben, von dort auf den vorderen Rost zu bringen. (»Dingler's Journ.« Bd. 240, S. 372.)

Zinkofen von Hauzeur. Derselbe ist ein belgischer Doppelofen, bei welchem die eine Abtheilung der Röhren durch eine Rostfeuerung mit hoher Schütthöhe erhitzt wird. Die Feuergase, welche noch sehr kohlenoxydhaltig sind, treten über die Scheidewand in die zweite Ofenabtheilung, welche sie von oben nach unten durchziehen. Gleich bei ihrem Eintritt wird ihnen durch Oeffnungen in der Scheidewand noch weitere Verbrennungsluft zugeführt, welche vorher in Schlangencanälen unter der Sohle der Abtheilung durch die abziehenden Verbrennungsproducte vorgewärmt wurde. (»Oesterr. Zeitschrift« 1881, S. 335.)

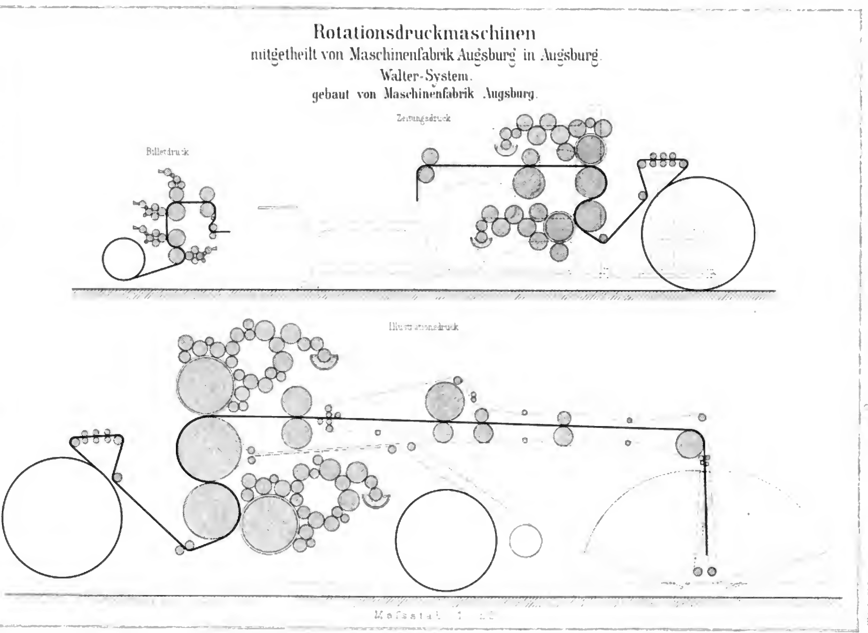
Calorifere von Milhomme. Der Apparat ist mit Rücksicht auf möglichst grofse Heizfläche bei beschränktem Raume construirt. Zu diesem Zwecke hat der Feuerraum ein Gewölbe mit Rippen erhalten, über diesem sitzt auf einem Stutzen ein Blechkasten, von welchem aus nach jeder Seite ein Rohr nach dem hinteren Theile der Heizkammer führt und dort in je einen aufrecht stehenden flachen Blechkasten mündet. Jeder Kasten ist durch eine horizontale Decke in ein Ober- und Untertheil geschieden und steht durch 28 auf die Kante gelegte Rohre von quadratischem Querschnitt mit einem gleichen Kasten, aber ohne Scheidewand, an der Vorderseite der Heizkammer in Verbindung. Die Verbrennungsproducte treten also in den oberen Theil des hinteren Kastens, ziehen durch die oberen 14 Rohre nach vorn, fallen dort nieder und gehen durch die unteren Rohre in den unteren Theil des ersteren Kastens zurück, von wo aus sie in das beiden Systemen gemeinsame Schornsteinrohr aus Blech geführt werden. (»Ann. industr.« 26. Juni 1881, S. 827.) R. Z.

Rotations-Druckmaschinen.

(Titel siehe im Januarheft.)

Im Anschlufs an den Aufsatz nebst Tafel im Januarheft der Zeitschr. bringen wir heute noch eine Darstellung der Rotationsmaschinen, wie solche jetzt von der Maschinenfabrik Augsburg gebaut werden, und zwar für Billetdruck, für Zeitungsdruck und für Illustrationsdruck; wegen der Beschreibung dieser Maschinen s. d. Januarheft.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 45/46.



Rotationsdruckmaschinen
mitgetheilt von Maschinenfabrik Augsburg in Augsburg.
Walter-System.
gebaut von Maschinenfabrik Augsburg.
Zeitungsdruck
Billetdruck
Illustrationsdruck

ZEITSCHRIFT
DES
VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1882. Band XXVI. Heft 3. Märzheft.

Abhandlungen.

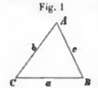
Die Bestimmung des zweckmäfsigsten Standortes einer gewerblichen Anlage.

Von **Launhardt**, Geh. Regierungsrath, Professor der Ingenieur-Wissenschaften an der Technischen Hochschule zu Hannover.

Die Bestimmung des Standortes einer gewerblichen Anlage ist in der Regel in entscheidender Weise von der Lage der Gewinnungsorte der Roh- und Hülfsstoffe und dem Verwendungsorte des fertigen Gutes abhängig. Neben der Berücksichtigung dieser Transportverhältnisse sind in manchen Fällen freilich auch noch andere Umstände in Betracht zu ziehen, wie z. B. der örtlich verschiedene Preis für den Grunderwerb, die Ausnutzung einer Wasserkraft, die nicht überall gleichen Bedingungen für den Lebensunterhalt und Lohn der Arbeiter oder für Heranziehung eines geschulten Arbeiterstammes u. s. w. Diese nur ausnahmsweise entscheidend auftretenden Umstände können aber zutreffend erst dann in Rechnung gezogen werden, wenn die zweckmäfsigste Lage des Standortes der gewerblichen Anlage in Abhängigkeit von den Transportverhältnissen bestimmt ist.

Sei z. B. in Fig. 1 A der Fundort eines Rohstoffes, etwa des Thones für eine Ziegelei oder eines Eisenerzes, B der Bezugsort der Steinkohlen und C der Verwendungsplatz für das fertige Product, also für die gebrannten Ziegel oder das Roheisen; bezeichne ferner zugleich A die Gewichtsmenge des Rohproductes, B die des Hülfsproductes und C die des fertigen Gutes in Tonnen, so ermitteln sich für den Standort der Anlage (der Ziegelei oder des Hohofens) die Transportkosten bis zur Verwendungsstelle sehr leicht. Sind a, b und c beziehungsweise die Entfernungen der drei Orte in Kilometern, ist ψ der Frachtsatz für den Tonnen-Kilometer, so sind an Transportkosten aufzuwenden,

Fig. 1



falls A als Standort gewählt wird: $K_{\prime} = (Bc + Cb)\,\psi$,
falls die Anlage in B stattfindet: $K_{\prime\prime} = (Ac + Ca)\,\psi$,
falls die Anlage in C vorgenommen wird: $K_{\prime\prime\prime} = (Ab + Ba)\,\psi$.

Aus diesen einfachen Rechnungen ergiebt sich sehr bald, welcher der drei Orte für die Anlage am günstigsten ist. Es handle sich z. B. um eine Hohofen-Anlage, bei welcher die Erzgewinnung in A um $c = 10^{\text{km}}$ von dem Bezugsorte B der Kohlen und um $b = 12^{\text{km}}$ von dem Bestimmungsorte des fertigen Roheisens (etwa die nächste Eisenbahnstation) entfernt ist, während der Bezugsort der Kohlen B von C eine Entfernung $a = 8^{\text{km}}$ hat. Werden jährlich $100\,000^{\text{t}}$ Eisenerze verhüttet, aus welchen bei einem Verbrauch von $80\,000^{\text{t}}$ Kohlen $32\,000^{\text{t}}$ Roheisen gewonnen werden, so sind bei der Anlage des Hohofens in A jährlich zu leisten $80\,000 \cdot 10 + 32\,000 \cdot 12 = 1\,184\,000$ Tonnen-Kilometer, bei der Anlage in $B = 100\,000 \cdot 10 + 32\,000 \cdot 8 = 1\,256\,000$ Tonnen-Kilometer und bei der Anlage in $C = 100\,000 \cdot 12 + 80\,000 \cdot 8 = 1\,840\,000$ Tonnen-Kilometer.

Eine solche Rechnung ist aber keineswegs erschöpfend, da man mit der Anlage ja nicht auf einen der drei Orte angewiesen ist, sondern irgend einen zwischenliegenden Punkt P dafür wählen kann. Nach Fig. 2 sind dann an Gesammttransportkosten aufzuwenden, wenn man die bekannten kilometrischen Transportkosten auf den drei Zugangswegen r, s und t mit A, B und C bezeichnet:

Fig. 2

$$S = Ar + Bs + Ct$$

oder

$$S = Ar + B\,[r^2 + c^2 - 2rc\cos\varphi]^{\frac{1}{2}} + C\,[r^2 + b^2 - 2rb\cos(\varepsilon - \varphi)]^{\frac{1}{2}} \quad . \quad . \quad (1).$$

Die Transportkosten sind hiernach von den beiden Veränderlichen r und φ abhängig und man erhält durch Differentiation nach diesen Variabeln in bekannter Weise die Bedingungen für das Minimum der Transportkosten zu:

$$A + B\,\frac{r - c\cos\varphi}{[r^2 + c^2 - 2rc\cos\varphi]^{\frac{1}{2}}} + C\,\frac{r - b\cos(\varepsilon - \varphi)}{[r^2 + b^2 - 2rb\cos(\varepsilon - \varphi)]^{\frac{1}{2}}} = 0 \quad . \quad . \quad (2)$$

und

$$\frac{Brc\sin\varphi}{[r^2 + c^2 - 2rc\cos\varphi]^{\frac{1}{2}}} - \frac{Crb\sin(\varepsilon - \varphi)}{[r^2 + b^2 - 2rb\cos(\varepsilon - \varphi)]^{\frac{1}{2}}} = 0 \quad (3).$$

Verlängert man den Strahl $r = AP$ über P hinaus und zieht von C und B rechtwinklige Linien CD und BE gegen diese Verlängerung, so ist $EB = c\sin\varphi$, $CD = b\sin(\varepsilon - \varphi)$, $PD = b\cos(\varepsilon - \varphi) - r$ und $PE = c\cos\varphi - r$; setzt man diese Beziehungen in die Bedingungsgleichungen (2) und (3)

ein und führt ferner für die Nenner die Seitenlängen des Dreiecks ABC wieder ein, so erhält man:

$$A - B\,\frac{\overline{PE}}{c} - C\,\frac{\overline{PD}}{b} = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (4)$$

und

$$B\,\frac{\overline{EB}}{c} - C\,\frac{\overline{CD}}{b} = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

oder, wenn man die drei Winkel am Punkte P der Figur entsprechend mit α, β und γ bezeichnet:

$$A + B\cos\gamma + C\cos\beta = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

und

$$B\sin\gamma - C\sin\beta = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (7).$$

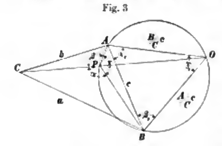
Aus diesen Gleichungen folgt, daſs die Winkel α, β und γ am Punkte P den Auſsenwinkeln eines Dreiecks gleich sein müssen, dessen Seitenlängen gleich den kilometrischen Transportkosten A, B und C sind.

Es läſst sich diese Lösung für die günstigste Lage des Standortes der Production auch so ausdrücken: Die kilometrischen Transportkosten A, B und C müssen sich, als Kräfte gedacht, am Standorte der Production das Gleichgewicht halten.

Man könnte hiernach die günstigste Lage des Standortes der Production auf dem Wege des Experiments finden, indem man drei Fäden in einem Knoten zusammenknüpft, die Enden dieser Fäden an den auf einer horizontalen Platte aufgetragenen Punkten A, B und C niederführt und mit Gewichten belastet, welche den kilometrischen Transportkosten entsprechen.

Sehr einfach ist aber auch die Lösung durch geometrische Construction, Fig. 3. Man schlägt aus dem Punkte A mit der Länge $\frac{B}{C}c$ und aus B mit der Länge $\frac{A}{C}c$ Bögen und erhält durch deren Schnittpunkt O ein Dreieck ABO, dessen Seiten im Verhältniſs der kilometrischen Verkehrskosten A, B und C stehen, so daſs also die Winkel dieses Dreiecks α_1, β_1 und γ_1 die Ergänzungswinkel der Winkel α, β und γ am Standorte P sind. Der Standort muſs hiernach auf dem das Dreieck ABO umschreibenden Kreis liegen und zwar in dem Punkte, welcher durch eine von C nach O geführte Gerade geschnitten wird.

Fig. 3



Der Kreis werde als »Standortskreis«, der Punkt O als »Pol« bezeichnet. Ein Hohofen, welcher zur Verhüttung der Eisenerze von A unter Benutzung der Kohlen von B hergestellt werden soll, muſs stets auf dem Standortskreise angelegt werden. Die Bestimmung des Standortes auf dem Kreise hängt von der Lage des Verwendungsortes C ab. Für einen beliebig liegenden Verwendungsort muſs stets der Standort auf der geraden Linie von dem Verwendungsorte zum Pole liegen.

Für den Pol läſst sich aber noch eine weitergehende Bedeutung ableiten. Aus dem Satze des Ptolemaeus, nach welchem in einem dem Kreise eingeschriebenen Vierecke das Product der Diagonalen gleich der Summe der Producte der gegenüberliegenden Seiten ist, folgt:

$$\overline{AP}\cdot\overline{BO} + \overline{BP}\cdot\overline{AO} = \overline{AB}\cdot\overline{PO},$$

das ist:

$$r\,\frac{A}{C}\,c + s\,\frac{B}{C}\,c = c\cdot\overline{PO}$$

oder

$$rA + sB = C\cdot PO \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (8).$$

Die Gesammttransportkosten sind:

$$S = Ar + Bs + Ct$$

also unter Berücksichtigung von Gleichung (8)

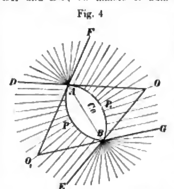
$$S = C\cdot PO + C\cdot t$$

oder

$$S = C\cdot CO \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (9),$$

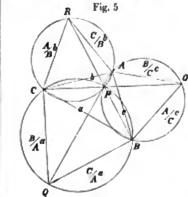
das heiſst: Die Gesammttransportkosten sind so groſs, als ob lediglich das fertige Product vom Pole O zum Verwendungsorte C zu transportiren wäre. Der Pol ersetzt also sowohl für die Richtung des Zugangsweges wie auch für die Höhe der Transportkosten vollständig die beiden Orte A und B. Liegt der Verwendungsort C zwischen den verlängerten Polstrahlen AD und BE, so muſs stets der Zugangsweg die Richtung von C auf O nehmen und als Standort der Schnittpunkt dieses Strahles CO mit dem Standortskreise gewählt werden, wobei die Gesammttransportkosten gleich $C\cdot\overline{CO}$ werden. Läge der Verwendungsort aber an der entgegengesetzten Seite der Linie AB, so würde auch der Pol an die andere Seite von AB nach O_1 rücken. Dieser zweite Pol diente dann als Zielpunkt für alle Verwendungsorte zwischen den Polstrahlen AF und BG. Läge der Verwendungsort C aber zwischen den Polstrahlen AD und AF, so müſste A zum Standorte der Production gewählt werden, wobei die Gesammttransportkosten sich so hoch stellen, als ob das fertige Product von O über A nach C transportirt werden müſste. Läge der Verwendungsort innerhalb der Polstrahlen BE und BG, so müſste B zum Standorte genommen werden. Befände sich der Verwendungsort endlich innerhalb der beiden Standortskreise APB und AP_1B, beispielsweise bei C_0 der Fig. 4, so müſste der Verwendungsort zum Standorte der Production bestimmt werden. Fig. 4 zeigt hiernach die verschiedene Richtung der Zugangswege vom Verwendungsorte zu dem auf den Standortskreisen APB oder AP_1B liegenden Standorte.

Fig. 4



In ähnlicher Weise, wie der Pol O für die Orte A und B gefunden wurde, läſst sich nun auch für die Orte A und C der Pol Q bestimmen (vergl. Fig. 5), indem man aus A mit der Länge $\frac{C}{B}b$ und aus C mit der Länge $\frac{A}{B}b$ Bögen schlägt, und endlich kann man für die Orte B und C den Pol R construiren. Der Standort P wird dann durch den Schnittpunkt der drei Fahrstrahlen AR, BQ und CO festgelegt, von denen man also zur Construction nur zwei braucht; auch kann man die Standortskreise dabei entbehren.

Fig. 5



Führt man die Festlegung des zweckmäſsigsten Standortes für das vorher angegebene Beispiel durch, so findet

man für die drei Zugangswege die Längen $r = 3{,}81$, $s = 6{,}28$ und $t = 8{,}96$, woraus sich die Menge der auszuführenden Tonnen-Kilometer zu

$$100\,000 \cdot 3{,}81 + 80\,000 \cdot 6{,}28 + 32\,000 \cdot 8{,}96 = 1\,170\,000$$

ergiebt. Der Abstand des Punktes C vom Knotenpunkte O ist $= 36{,}59^{km}$, woraus sich die auszuführenden Tonnen-Kilometer ergeben zu $36{,}59 \cdot 32\,000 = 1\,170\,880$.

Gegen die Anlage des Hohofens am Orte der Erzgewinnung A ist durch diese günstigste Lage also eine Ersparung von etwa 13000 Tonnen-Kilometer erreicht.

Es ist freilich in dem angenommenen Beispiele die erreichte Verminderung der Transportkosten so gering, dafs man schon mit Rücksicht auf eine Ersparung an Verwaltungs- und Aufsichtskosten die Anlage unmittelbar an dem Orte der Erzgewinnung ebenso zweckmäfsig vornehmen könnte. Allein ehe man über diese Frage entscheiden kann, mufste jedenfalls das überhaupt mögliche Minimum der Transportkosten in der angegebenen Weise ermittelt werden.

Bis jetzt wurde eine überall gleiche Wegsamkeit des Terrains vorausgesetzt. Legt man aber die wirklich entstehenden Transportkosten zu Grunde, wie für die praktische Anwendung ja stets geschehen mufs, so macht sich die Lage des Standortes in ihrem Einflusse auf die Gesammtproductionskosten in entschiedenerer Weise geltend.

Würde z. B. das Hohofenwerk mit den Erzgruben bei A und dem Bezugsorte der Kohlen B durch eine Eisenbahn in Verbindung gesetzt, deren Anlagekosten für den Kilometer 80000 ℳ betragen, so berechnen sich die kilometrischen Transportkosten für den Transport der Erze wie folgt:

Zinsen des Anlagekapitals der Bahn $0{,}05 \cdot 80\,000$	= 4000 ℳ
Bahn-Unterhaltung und Aufsicht	= 2000 »
Transportkosten 0,02 für den Tonnen-Kilometer, also $900\,000 \cdot 0{,}02$	= 2000 »
also A	= 8000 ℳ.

Nach gleicher Rechnung erhält man die kilometrischen Transportkosten für die Heranschaffung der Kohlen zu:

Zinsen des Anlagekapitals der Bahn . . .	= 4000 ℳ
Bahn-Unterhaltung	= 2000 »
Transportkosten $0{,}02 \cdot 80\,000$	= 1600 »
B	= 7600 ℳ.

Würde vom Hohofenwerke P zum Verwendungsorte eine Strafse hergestellt, so würden sich die kilometrischen Transportkosten für die Abfuhr des Roheisens stellen wie folgt:

Zinsen des Anlagekapitals der Strafse $8000 \cdot 0{,}05$	= 400 ℳ
Unterhaltungskosten der Strafse $200 + 0{,}03 \cdot 32\,000$	= 1160 »
Transportkosten auf der Strafse $0{,}17 \cdot 32\,000$	= 5440 »
C	= 7000 ℳ.

Für diese Werthe der kilometrischen Transportkosten erhält man einen Standort des Hohofens, welcher von den Erzgruben A um $r = 7{,}7^{km}$, von dem Bezugsorte der Kohlen B um $s = 3{,}3^{km}$ und von dem Verwendungsorte C um $t = 6{,}0^{km}$ entfernt ist, so dafs sich die gesammten aufzuwendenden Transportkosten zu:

$$S = 7{,}7 \cdot 8000 + 3{,}3 \cdot 7600 + 6{,}0 \cdot 7000 = 128\,680 \text{ ℳ}$$

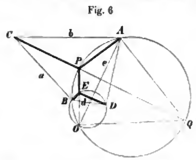
ergeben. Hätte man dagegen den Hohofen am Gewinnungsorte A der Erze angelegt, welcher unter den drei Orten A, B und C für die Anlage am günstigsten ist, so würden die Transportkosten $10 \cdot 7600 + 12 \cdot 7000 = 160\,000$ ℳ betragen haben, so dafs durch die Wahl des günstigsten Standortes gegenüber der Anlage bei A eine Summe von 31320 ℳ jährlich an Transportkosten erspart wird.

Die Wichtigkeit der Bestimmung der zweckmäfsigsten Lage des Standortes der Production erhellt aus diesem Beispiele wohl zur Genüge.

Es mag nun der Fall in Betrachtung gezogen werden, wo mehr als drei Ausgangspunkte des Transportes vorhanden sind. Es bedürfe z. B. die Verhüttung der Eisenerze eines Zuschlages von $300\,000^t$, welches Material von einem Punkte D bezogen werden mufs, der um 8^{km} von A und um 4^{km} von B entfernt liegt, wie in Fig. 6 angegeben ist. Das Verfahren zur Bestimmung des günstigsten Standortes ist dann das folgende.

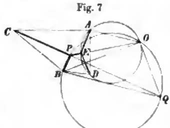
Man bestimmt zunächst für zwei der Bezugsorte ihren Pol, z. B. für die Orte B und D den Pol O und stellt den, die Punkte B, D und O umschreibenden Kreis her. Der Pol O tritt jetzt an Stelle der beiden Bezugsorte B und D und man hat nun für O, A und C die günstigste Lage des Standortes zu bestimmen, indem man wieder für O und A den neuen Pol Q sucht und den, die Punkte O, A und Q umschreibenden Standortskreis construirt. Man führt darauf von C eine gerade Linie nach Q bis an den Standortskreis in P, wo die Anlage vorgenommen werden mufs, zieht von P nach A und von P auf O. Die letztgenannte Linie wird aber nur bis an den O, B und D umschreibenden Kreis in E geführt und von hier nach B und D gegabelt. Die Zugangswege von B und D vereinigen sich also in E, von wo ab der Transport zum Standorte P gemeinsam auf der Linie EP erfolgt, auf welcher demnach ein Verkehr von $80\,000 + 30\,000 = 110\,000^t$ stattfindet. Wird der Punkt D mit einem Gleise in Verbindung gesetzt, so erhält man unter Zugrundelegung der früheren Preisansätze die kilometrischen Transportkosten auf den drei Strahlen BE, DE und EP zu $B = 6000 + 0{,}02 \cdot 80\,000 = 7600$ ℳ, $D = 6000 + 0{,}02 \cdot 30\,000 = 6600$ ℳ und $E = 6000 + 0{,}02 \cdot 110\,000 = 8200$ ℳ, während auf den Strahlen CP und AP die kilometrischen Transportkosten wie früher bezw. 7000 und 8000 ℳ bleiben. Den Pol O findet man also, wenn die Länge der Linie BD mit d bezeichnet wird, indem man aus B mit der Länge $\frac{D}{E}d = \frac{6600}{8200} \cdot 4 = 3{,}22$ und aus D mit $\frac{B}{E}d = \frac{7600}{8200} \cdot 4 = 3{,}71$ Bögen beschreibt und in O zum Schnitt bringt. Der gefundene Pol O steht um $e = 11{,}6^{km}$ von A ab. Um nun den Pol Q zu finden, beschreibt man aus O mit der Länge $\frac{A}{C}e = \frac{8000}{7000} \cdot 11{,}6 = 13{,}26$ und aus A mit der Länge $\frac{E}{C}e = \frac{8200}{7000} \cdot 11{,}6 = 13{,}59$ Kreisbögen. Die Lösung ergiebt dann für die einzelnen Strecken die Längen $CP = 7{,}4$, $AP = 7{,}0$, $EP = 1{,}3$, $BE = 2{,}0$ und $DE = 3{,}1^{km}$.

Fig. 6



Es ist aber hervorzuheben, dafs noch eine zweite abweichende Lösung möglich ist, indem man nach Fig. 7 zuerst für die Orte D und A einen Pol O sucht und darauf

Fig. 7



für die verbleibenden Orte C, B und O den Standort P bestimmt.

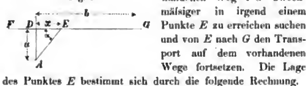
In den meisten Fällen wird man ohne Weiteres erkennen, welche der beiden möglichen Lösungen die beste ist; in zweifelhaften Fällen wird man beide Lösungen construiren und zur Vergleichung die Kosten berechnen.

Es bedarf wohl keiner weiteren Bemerkung, dafs man für eine beliebige Anzahl von Punkten in der Weise vorgeht, dafs man schrittweise je zwei Punkte durch ihren Pol ersetzt.

Schliefslich bedarf noch die Frage der Erörterung, welche Abweichungen sich für die günstigste Lage des Standortes durch Benutzung bereits vorhandener Verkehrswege (Strafsen, Eisenbahnen oder Schifffahrtswege) ergeben. Es ist zu dem Zwecke eine allgemeine Betrachtung vorauszuschicken.

Soll von dem Punkte A (Fig. 8) nach dem Punkte G transportirt werden, von welchem in der Richtung auf F bereits ein Verkehrsweg besteht, so wird man, statt einen neuen Weg von A nach G anzulegen oder auf unausgebauter Linie von A nach G zu transportiren, in der Regel den vorhandenen Weg FG zweckmäfsiger in irgend einem Punkte E zu erreichen suchen und von E nach G den Transport auf dem vorhandenen Wege fortsetzen. Die Lage des Punktes E bestimmt sich durch die folgende Rechnung.

Fig. 8



Ist der rechtwinklige Abstand des Punktes A von FG $= AD = a$, der Abstand $DG = b$, sind ferner die kilometrischen Transportkosten auf dem Zugangswege $AE = A$ und auf dem vorhandenen Wege $EG = E$, so erhält man für den Transport von A über E nach G die Kosten:

$$S = A(a^2 + x^2)^{\frac{1}{2}} + E(b - x).$$

Diese werden ein Minimum für:

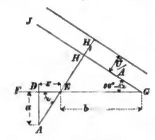
$$\frac{dS}{dx} = \frac{Ax}{(a^2 + x^2)^{\frac{1}{2}}} - E = 0$$

oder, da $\frac{x}{(a^2 + x^2)^{\frac{1}{2}}} = \cos\alpha$ ist, für:

$$\cos\alpha = \frac{E}{A} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (10).$$

Aus dieser einfachen Gleichung für die Richtung, unter welcher der Zugangsweg zur Strafse zu führen ist, folgt noch eine andere Beziehung. Wird von G aus (Fig. 9) eine Linie GHJ unter dem Winkel $90° - \alpha$ gezogen, so dafs die Verlängerung des Zugangsweges AE die Gerade GHJ in H rechtwinklig trifft, so erhält man in dem rechtwinkligen Abstande AH von der Linie GHJ, welche »Zugangsfront« heifsen möge, ein Mafs für die Transportkosten von A nach G. Die Transportkosten sind:

Fig. 9



$$S = A(a^2 + x^2)^{\frac{1}{2}} + E(b - x)$$

oder

$$S = A\left[(a^2+x^2)^{\frac{1}{2}} + \frac{E}{A}(b - x)\right]$$

und da $\frac{E}{A} = \cos\alpha$ und ferner $\cos\alpha\,(b - x) = EH$ ist:

$$S = A\left[(a^2 + x^2)^{\frac{1}{2}} + \overline{EH}\right],$$

das ist:

$$S = A \cdot \overline{AH}.$$

Der Zugang zu einem billigeren Verkehrswege mufs also rechtwinklig gegen die Zugangsfront gerichtet sein, wobei die Gesammttransportkosten so grofs werden, als ob der Zugangsweg bis zur Zugangsfront zurückgelegt werden müfste.

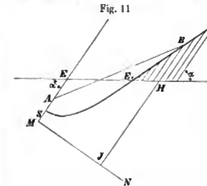
Ist bei dem Uebergange auf den vollkommneren Verkehrsweg in E eine Umladung vorzunehmen, deren Kosten U für die Tonne betragen, so ist die Zugangsfront um ein Mafs $\frac{U}{A}$ parallel zu verschieben und die Transportkosten werden durch den Abstand AH_1 gemessen (vergl. Fig. 9).

Ist keine Umladung beim Uebergange auf den billigeren Verkehrsweg FE vorzunehmen, so wird für den Verkehr von A nach allen Orten B, welche zwischen dem verlängert gedachten Zugangswege EC und EG oder DE und FE (vergl. Fig. 10) liegen, nicht der directe Weg in der Richtung AB einzuschlagen sein, sondern der gebrochene Linienzug $AEHB$, wobei die Kosten so grofs sind, als ob der Weg BHJ mit den kilometrischen Verkehrskosten der Zugangswege zurückzulegen wäre. Die Linien JA sind Zugangsfronten, welche rechtwinklig gegen die Zugangswege AE gerichtet sind.

Fig. 10

Mufs aber ein Umladen beim Uebergange auf den billigeren Verkehrsweg bei E und beim Wiederverlassen desselben in H vorgenommen werden, wofür die Kosten je U für die Tonne betragen, so begrenzt sich das Gebiet, für welches ein Uebergang auf den billigeren Verkehrsweg zweckmäfsig ist, durch eine Parabel E_1B (nach Fig. 11). Diese Parabel legt sich in folgender Weise fest. Man verlängert AE über A hinaus um das Mafs $AM = \frac{2U}{A}$ und zieht von M aus rechtwinklig gegen EAM die Zugangsfront MN. Halbirt man jetzt AM in S, wählt S als Scheitel, ME als Achse der mit dem Parameter AM construirten Parabel, so ist für irgend einen Punkt B der Parabel der Strahl BA gleich der rechtwinklig gegen die Zugangsfront gezogenen Linie BJ. Für alle zwischen der Linie E_1G und der Parabel E_1B liegenden Punkte wird man also den Verkehr mit A nicht in der geraden Verbindung BA, sondern in dem gebrochenen Linienzuge $BHEA$ vermitteln.

Fig. 11

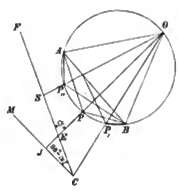


Es bedarf für den vorliegenden Zweck keines weiteren Eingehens auf Untersuchungen dieser Art, sondern es kann jetzt zur Bestimmung der günstigsten Lage des Standortes einer Production bei Benutzung vorhandener Verkehrswege zurückgekehrt werden.

Sei FC (Fig. 12) eine Strafse, welche zum Verwendungsort C führt, auf welcher der Tonnen-Kilometer für 0.2 ℳ transportirt werden kann; soll vom Standorte der Production P nach C oder zum Anschlusse an die Strafse in E eine Chaussee her-

gestellt werden, so berechnen sich für eine Gütermenge von 32000 Tonnen die Kosten auf der fertigen Strafse von E nach C zu $E = 0{,}2 \cdot 32000 = 6400$ ℳ; dagegen für den herzustellenden Anschlufsweg EP zu $0{,}2 \cdot 32000 + 600$ ℳ $= 7000$ ℳ, wenn die Zinsen des Anlagekapitals für einen Kilometer Strafse 600 ℳ betragen. Der Anschlufswinkel α mufs also sein: $\alpha = \text{arc cos}\,\frac{6400}{7000}$.

Fig. 12

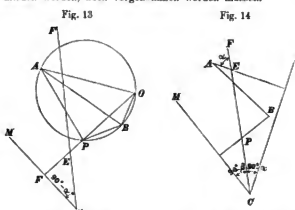


Ist jetzt in der früher angegebenen Weise der Pol O für die Orte A und B bestimmt, ferner die Zugangsfront MC unter dem Winkel $90^0 - \alpha$ gezogen, so hat man von dem Pole O rechtwinklig gegen die Zugangsfront zu ziehen, um den Standort P und den Anschlufspunkt E an die vorhandene Strafse zu erhalten.

Wäre der vorhandene Verkehrsweg FC ein Schifffahrtsweg, welcher nur 0,02 ℳ Transportkosten für den Tonnen-Kilometer erfordert, so würde der Anschlufswinkel weniger spitz und gleich $\alpha = \text{arc cos}\,\frac{640}{7000}$ sein müssen. Man würde dann aber die Umladungskosten hinzurechnen müssen und durch eine vergleichende Rechnung zu untersuchen haben, ob man nicht durch einen directen Zugang von O auf C mit der Verlegung des Standortes nach P_1 billiger verfährt, als bei Benutzung der Wasserstrafse.

Wäre endlich der vorhandene Verkehrsweg eine Eisenbahn, so würde der zweckmäfsigste Anschlufs an dieselbe in der geschilderten Weise zu suchen, aber dann bis zur nächsten vorhandenen Station S zu verschieben sein. Auch in diesem Falle würde eine Vergleichung mit der directen Führung des Zugangsweges auf C, bei welcher die Umladungskosten vermieden werden, noch vorgenommen werden müssen.

Fig. 13 Fig. 14

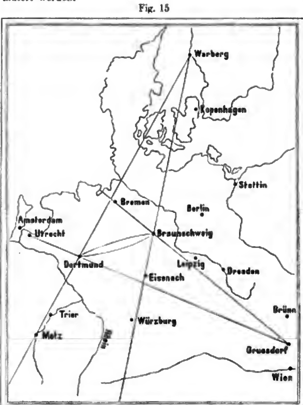


Lägen die beiden Orte A und B an entgegengesetzten Seiten des vorhandenen Verkehrsweges FC, wie in Fig. 13 angegeben ist, so kann der Fall eintreten, dafs der Transportweg AP den Weg FC unter einem so spitzen Winkel schneidet, dafs der Uebergang des Verkehres von A auf den Weg FC vortheilhaft ist. Dann verschiebt sich die ganze Lösung. Der einmal auf die Linie FC übergegangene Verkehr von A wird diesen Weg, wie leicht einzusehen, nicht wieder zu verlassen haben, sondern es wird auch der Verkehr von B an diesen Weg anzuschliefsen sein und der Standort in diesem letzteren Anschlufspunkte liegen müssen. Man hat also von C aus, wie in Fig. 14 angegeben, die Zugangsfronten CN für den Verkehr von A und CM für den Verkehr von B zu ziehen und danach die Anschlufswege AE und BP rechtwinklig gegen diese Zugangsfronten zu führen; in P ist dann der Standort der Production.

Es erscheint wohl überflüssig, noch auf weitere mögliche Varianten einzugehen.

Liegen die Gewinnungsorte der Roh- und Hülfsstoffe in weiter Entfernung, so ist man für den Transport allgemein auf die vorhandenen Eisenbahnen oder Wasserstrafsen angewiesen. Man kann in solchem Falle bei der Verdichtung, welche das Eisenbahnnetz bereits erreicht hat, mindestens zunächst für die Bestimmung des zweckmäfsigsten Standortes der Production, eine gleichmäfsige Wegsamkeit nach allen Richtungen hin annehmen, also ganz und gar in der erörterten Weise verfahren. Es mag dies noch an einem Beispiele erläutert werden.

Fig. 15



Bei Braunschweig werde ein Eisenerz gewonnen, dessen Verhüttung unter Benutzung der von Dortmund zu beziehenden Kohlen geschehen soll. Werden die Verhältnifszahlen für Erz, Kohlen und Roheisen wie früher zu 100, 80 und 32 angenommen, so sind, da alle drei Güter der gleichen Eisenbahn-Tarifklasse angehören, die kilometrischen Transportkosten diesen Ziffern proportional. Man hat also zur Bestimmung des Poles für die um 225^{km} in gerader Linie entfernten Orte Braunschweig und Dortmund von ersterem Orte mit der Länge $\frac{80}{32} \cdot 225 = 562\,{}^1/_2{}^{km}$ und von Dortmund mit der Länge $\frac{100}{32} \cdot 225 = 703\,{}^1/_8{}^{km}$ Bögen zu schlagen. Man erhält dann als südlichen Pol die Station Grufsdorf an der Bahnlinie Wien-Brünn, 70^{km} nördlich von Wien. Dieser Pol gilt als Ziel-

punkt für alle Bezugsorte des Roheisens, welche zwischen den Polstrahlen Braunschweig - Bremen und Dortmund - Utrecht liegen. Als nördlichen Pol für die Gewinnungsorte Braunschweig und Dortmund erhält man Warberg an der Küste Norwegens am Kattegatt, etwa 170^{km} nördlich von Kopenhagen. Dieser Pol gilt als Zielpunkt für alle Verbrauchsorte des Roheisens, welche zwischen den Polstrahlen Braunschweig-Eisenach-Würzburg und Dortmund-Trier-Metz liegen. Für Versendungsorte östlich der Linie Bremen - Braunschweig und Braunschweig - Eisenach - Würzburg müfste Braunschweig als Standort des Hohofens gewählt, dagegen für die zwischen den Strahlen Utrecht - Dortmund und Dortmund-Trier-Metz liegenden Verwendungsorte die Verhüttung der Erze in Dortmund vorgenommen werden.

Der nördliche Standortskreis berührt die Orte Dortmund-Hamm-Gütersloh, Hameln, Nordstemmen, Hildesheim, Braunschweig, der südliche Standortskreis führt von Dortmund über Soest, Driburg, Alfeld und Derneburg nach Braunschweig. Läge der Verwendungsort des Roheisens innerhalb dieser beiden Kreisbögen, so müfste an denselben die Eisenverhüttung stattfinden. Wäre das Roheisen für ein Bessemerwerk bei dem Verwendungsorte Osnabrück bestimmt, so müfste der Hohofen in dem Punkte angelegt werden, in welchem die Linie Osnabrück - Grufsdorf den nördlichen Standortskreis schneidet, das ist in der Nähe von Bielefeld, wofür mit Rücksicht auf die vorhandenen Eisenbahnverbindungen der benachbarte Eisenbahn-Knotenpunkt Loehne zu nehmen sein würde.

Man erkennt aus diesem Beispiele noch, wie sehr die Production durch den Abstand der Gewinnungsorte der Roh- und Hülfsstoffe der Production vertheuert wird. Die Entfernung von Braunschweig und Dortmund beträgt in der Luftlinie 225^{km}. Wäre in dem Pole Grufsdorf, welcher von Dortmund um 700^{km} entfernt ist, Eisenerz und Kohle neben einander vorhanden, so würde man von dort das Roheisen billiger beziehen können als von dem Werke Braunschweig-Dortmund, und selbst nördlich der Linie Braunschweig-Dortmund für das Eisen von Grufsdorf nur den gleichen Preis zu zahlen haben.

Das vorstehend entwickelte Verfahren der Bestimmung des zweckmäfsigsten Standortes einer gewerblichen Anlage bildet, wie zum Schlufs bemerkt werden mag, eine Anwendung der Theorie der commerciellen Trassirung, welche im Jahrgange 1872 der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereines von mir veröffentlicht wurde.

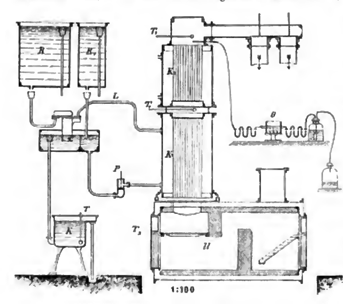
Die Resultate der Münchener Heizversuchsstation.[1]

Von J. **Lüders** in Aachen.

I.

Die im Anfange des Jahres 1879 in München eröffnete Station zur Anstellung von Heizversuchen hat bis jetzt (Januar 1882) zwei Reihen von Berichten veröffentlicht, welche bezw. die vom Januar 1879 bis August 1879, und die vom August 1879 bis August 1880 angestellten Versuche behandeln. Es sind nun im Ganzen 46 Sorten Brennmaterialien in 211 Versuchen verbrannt worden, und zeigen sich die dabei erhaltenen Resultate genügend vielseitig und umfassend, um einer näheren Prüfung unterzogen werden zu können. Die Anstellung dieser Prüfung ist der Zweck des vorliegenden Aufsatzes.

Die Einrichtung der Versuchsstation ist in der Vereinszeitschrift 1880, S. 151 und 195 im Allgemeinen beschrieben worden; wir geben hier nur eine kurze Wiederholung der Beschreibung des eigentlichen Heizapparates nebst Skizze desselben; die Einrichtung der Station soll nur dann näher erörtert werden, wenn es die Kritik ihrer Resultate nöthig macht.



Der Feuerherd H ist, wie ersichtlich, für verschiedene Roste eingerichtet und kann sowohl für eine kurzflammige wie langflammige Feuerung zur Verwendung kommen. Die Trockenmauerung des Herdes ist von einem Blechkasten mit doppelter Wandung umhüllt, der Zwischenraum von Wasser durchflossen und die Aufsenwand durch einen Holzmantel gegen Abkühlung geschützt. Es dringt nun die in dem Herde durch die Verbrennung entwickelte Wärme zum Theil durch das Mauerwerk und wird sowohl von dem einhüllenden Wasser zurückgehalten, wie auch durch Strahlung und Leitung an das Kesselhaus abgegeben.

Von dem Herde treten die Verbrennungsgase in zwei übereinanderliegende Röhrenkessel K_1 und K_2, welche durch Hafsmann'sche Masse gegen Wärmeabgabe nach Aufsen möglichst geschützt sind. Während nur ein kleiner Theil der an das Kesselwasser übergehenden Wärme durch Leitung und Strahlung in das Kesselhaus gelangt, wird der gröfste Theil zur Dampfentwickelung verwendet.

Von dem zweiten Kessel K_2 aus gelangen endlich die Rauchgase in den Kamin.

Die Zwecke und einzelne Resultate der Versuchsstation sind gleichfalls am genannten Orte auseinandergesetzt worden, und ist sie bei Gelegenheit eines Angriffes, der in München selbst gegen ihre Ziele und Resultate gerichtet wurde, neuer-

[1] Vgl. Bayer. Industrie- und Gewerbeblatt 1878, S. 161: Ausführliche Beschreibung der Apparate, dem ersten Project entsprechend; 1879, S. 117: Allgemeine Erörterungen über die Apparate und Methoden, S. 241: Vorläufiger Bericht, S. 320: Vollständ. Bericht über die erste Reihe von 76 Versuchen, S. 408: Bestimmung der Wärmeverluste, welche die Apparate zeigen; 1881, S. 1: Bericht über die zweite Reihe von 135 Versuchen.

dings wieder vertheidigt worden. Bei dieser letzten Gelegenheit wurde der Zweck der Anstalt dahin angegeben[1]):

1. den Heizwerth der wichtigsten Brennmaterialien, und zwar zunächst derjenigen Süddeutschlands, festzustellen;
2. die wichtigsten Bedingungen für eine ökonomische Verbrennung dieser Brennstoffe zu erforschen und dadurch den erreichbaren praktischen Heizwerth festzustellen.

II.

Was den ersten Punkt: »Die Ermittelung des Heizwerthes« betrifft, so ist darüber in der Vereinszeitschrift 1880, S. 152, folgende Ansicht ausgesprochen: »Die totale von einem Brennmaterial entwickelte Wärme könnte viel rascher und vollkommener durch eine calorimetrische Bestimmung im Kleinen ermittelt werden«, d. h. als durch die im Grofsen angestellten Versuche einer Heizstation.

Die calorimetrische Methode[2]) besteht bekanntlich in der Verbrennung einer 0,5 bis 2,5g schweren Probe des zu untersuchenden Brennmateriales in einem sog. Calorimeter. Die Verbrennung wird durch einen Strom von Sauerstoff unterhalten. Die Verbrennungsproducte werden in einer Spirale durch einen, die Verbrennungskammer umgebenden Wassermantel geführt und geben ihre Wärme an diesen ab, der seinerseits auf das Sorgfältigste gegen Abkühlung geschützt ist. Die Erwärmung des Wassermantels dient dann zur Berechnung des Heizwerthes der Probe.

Die calorimetrischen Untersuchungen der Steinkohlen bieten gewisse Schwierigkeiten dadurch, dafs es niemals gelungen ist, die Kohlenproben vollständig zu verbrennen. Es bleibt einerseits eine gewisse Menge Kohlenoxyd und andererseits ein Rückstand von Koks unverbrannt zurück. Beide Theile werden ihrer Menge nach bestimmt und die ihren Gewichten entsprechenden Wärmemengen zu der durch die Erwärmung des Wassers ermittelten Wärmemenge hinzugefügt, um dergestalt den totalen Heizwerth der Probe zu erhalten. Diese Correcturen lassen sich aber mit voller Sicherheit bewerkstelligen, und die erhaltenen Resultate rechtfertigen vollkommen die oben angeführten Lobsprüche. Dennoch sind einigermafsen abweichende Anschauungen in dem die Anstalt vertheidigenden Artikel des B. I.- u. G.-B. 1880, S. 229, ausgesprochen worden. Es heifst darin so:

»Bei den Mülhauser Versuchen, welche Scheurer-Kestner anstellte, erfolgte die Bestimmung des totalen Heizwerthes, d. h. der Verbrennungswärme, mittelst eines Calorimeters, in welchem weniger als ½g Steinkohle in Sauerstoff verbrannt wurde. Von der Station München wurde die Bestimmung des totalen Heizwerthes unter Bedingungen ausgeführt, wie sie der Verwendung der Brennmaterialien im Grofsen entsprechen. Es war dieses eine vollkommen neue und besonders deshalb wichtige Aufgabe, weil sich dadurch eine Controle gewinnen liefs für die Richtigkeit der Heizwerthbestimmung überhaupt: beim Verbrennen einer Kohle unter verschiedenen Verhältnissen mufste nämlich die Summe aller beobachteten Wärme stets nahezu constant sein. Eine solche Controle ist bisher noch bei keiner Untersuchung über die Heizkraft der Brennmaterialien vorhanden gewesen.«

[1]) Vgl. Bayer. Industrie- und Gewerbeblatt 1880, S. 229.

[2]) Vgl. Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik III, S. 697. — Civilingen. XV, S. 199 ff.: Scheurer-Kestner, Untersuchungen über die Verbrennung der Steinkohle.

Wir begegnen hier also einer neuen, von anderer, der Heizversuchsstation gleichfalls sehr nahestehender Seite ausgesprochenen Ansicht. Es werden die calorimetrischen Resultate für weniger zuverlässig erklärt, als die Versuche im Grofsen, welche eine bessere Controle ihrer Resultate gestatten sollen.

Es sind nun allerdings schon früher Bedenken gegen die Giltigkeit der calorimetrischen Ergebnisse laut geworden, aber bisher ist noch niemals die sie liefernde Methode als eine unkritische angegriffen worden. Man hat vielmehr Zweifel darüber geäufsert, ob es zulässig sei, von so kleinen Proben, wie im Calorimeter verwandt werden, auf die Beschaffenheit einer ganzen Waggonladung Kohlen zurückzuschliefsen. Scheurer-Kestner hat bei seinen mustergültigen Versuchen auch diesen Punkt erörtert. Er sagt (S. 201): »Aber trotz der grofsen Sorgfalt bei der Entnahme der Probe haben wir bisweilen in den Proben etwas mehr oder weniger Asche gefunden, als die Versuche im Grofsen zeigten. Diese Differenzen rühren von kleinen Schieferstückchen her, die sich mehr oder weniger zahlreich in das Gemenge einschleichen und auf das Resultat keinen grofsen Einflufs ausüben können. Ist die Kohle nicht fein pulverisirt, so erhält man verschiedene Resultate bezüglich des Aschengehaltes, sogar bei Proben aus demselben, die zuletzt und definitiv genommenen Durchschnittsproben enthaltenden Fläschchen.«

Scheurer-Kestner entnahm die untersuchten Proben in bekannter Weise einem Quantum von je vierhundert Centnern Kohle und behielt zuletzt etwa zweihundert Gramm Substanz, innerhalb welcher dann die von ihm beobachteten Unterschiede vorkamen. Beispielsweise ergaben sich folgende Resultate (S. 209):

Quantum	Asche	Heizwerth pro Kilogr. in W.-E.	
Gramm	Procent	Brutto	Netto
0,383	12,49	7809	8921
0,4365	16,74	7412	8898
0,3523	14,74	7559	8865.

Für eine andere Kohle wurden bei der Elementaranalyse gefunden:

13,5 — 12,8 — 14,4 — 12,2 — 13,25 pCt. Asche,

und endlich beim calorimetrischen Versuche:

Quantum	Asche	Heizwerth pro Kilogr. in W.-E.	
Gramm	Procent	Brutto	Netto
0,352	11,46	7584	8586
0,324	12,16	7523	8563.

Bei der gröfseren Anzahl der Versuche fanden sich aber viel geringere Differenzen in der Menge der Asche, während die Heizwerthe für die aschenfreie und trockene Substanz, ebenso wie es die vorstehend aufgeführten Zahlen zeigen, in allen Fällen noch nicht um 1 pCt., meistens aber noch nicht um ½ pCt. differirend gefunden wurden.

Bei anderen Untersuchungen sind gröfsere Differenzen im Aschengehalte beobachtet worden. Hartig fand (vgl. Untersuchungen über die Heizkraft der Steinkohlen Sachsens, S. 457) bei einem Versuche im Grofsen 9,44 pCt. Asche, während die Analyse der Kohle 6,22 — 8,68 — 13,01 — 15,42 pCt. Asche finden liefs. Er giebt an, dafs die Abweichungen bei den Versuchen im Grofsen überhaupt nur eine Höhe von 1 bis 2 pCt. erreicht hätten und stets viel geringer ausgefallen wären, als die durch die Analysen gefundenen. Der mittlere Aschengehalt der vier angeführten Proben ist nun aber 10,7, also nur um 1,26 pCt. von dem im Grofsen ermittelten verschieden.

Die Erfahrungen Scheurer-Kestner's erklären hin-

reichend die gröſsere Divergenz in den Hartig'schen Analysen, während aus den letzteren, sowie auch aus Scheurer-Kestner's Resultaten hervorgeht, daſs der aus einer gewissen Anzahl von Aschenbestimmungen berechnete mittlere Aschengehalt den wirklichen mit genügender Genauigkeit wiedergiebt, daſs aber bei sorgfältiger Zubereitung der Probe der Aschengehalt für praktische Zwecke hinreichend genau aus einem einzigen Versuche bestimmt werden könnte. Was sodann die Bestimmung des Heizwerthes der aschenfreien Substanz betrifft, so zeigen die erhaltenen Zahlen, wie schon bemerkt ist, stets so geringe Differenzen, daſs sich kein Zweifel an ihrer Genauigkeit erheben läſst, und daſs durch sie in gleicher Weise die Zulässigkeit der Versuche im Kleinen und der calorimetrischen Methode als solcher erhärtet wird.

Der in München erhobene Vorwurf, daſs der calorimetrischen Methode die Controle fehle, ist jedenfalls nicht aufrecht zu erhalten. Scheurer-Kestner hat in seinem Apparate zunächst den Heizwerth der Holzkohle durch vier Versuche bestimmt und ihn zu 8098 — 8097 — 8107 und 8110, im Mittel zu 8103 erhalten, während Favre und Silbermann denselben früher zu 8080, also 0,3 pCt. kleiner ermittelt hatten. Es ist mithin sowohl die Zuverlässigkeit seines Apparates als seine eigene Fähigkeit als Experimentator erwiesen. Daſs nun die je 2 bis 3 mal bestimmten Heizwerthe einer Kohle stets nur um Bruchtheile eines Procentes differirten, giebt einen sicheren Beweis für die Zuverlässigkeit sämmtlicher Resultate. Uebrigens hat Scheurer-Kestner seine Heizwerthe auch nicht als eine einzige Ziffer bekommen, sondern sie erst aus der Addition verschiedener Wärmemengen, also der vom Wasser aufgenommenen und der im Koksrückstande und in dem unverbrannten Kohlenoxyde vorhandenen Quantitäten gefunden. Alle diese Gröſsen variirten bei jedem Versuche, und somit wurde die Heizwerthbestimmung ebenso gut »unter verschiedenen Verhältnissen« durchgeführt, wie es in der Münchener Versuchsstation der Fall ist. Und überdies sind diese Bedingungen bei der calorimetrischen Methode an und für sich weit günstigere, wie wir gleich sehen werden, wenn wir jetzt die Münchener Resultate als solche, d. h. in Bezug auf ihre allgemeine Glaubwürdigkeit prüfen. Wie schon bemerkt wurde, sind die 76 Resultate der ersten Betriebsperiode vollständig gegeben. Von diesen fallen aber 34 Versuche fort, welche gemacht wurden, ehe der Kessel und die Dampfleitungen mit einer die Wärme schlecht leitenden Masse eingehüllt wurden und daher unbrauchbare Resultate geliefert haben. Nicht weniger als 19 Versuche sind dann nach erfolgter Umhüllung der Abkühlungsflächen mit einer böhmischen Kohle von Tremosna angestellt worden. Sie lieferten folgende Resultate:

	Versuche mit kurzflammiger Feuerung.								Versuche mit langflammiger Feuerung.										
Nummer des Versuches	35	36	37	38	39	55	56	57	58	59	60	61	62	63	69	70	71	74	75
Dauer des Versuches . . Stunden	6,5	7,5	8,0	7,5	6,0	7,5	7,5	7,5	7,0	6,5	6	6	5	5	6	6	7,5	6	6,75
Kohle stündlich verbrannt . kg	24,01	22,94	25,7	26,5	36,2	48,0	37,05	47,93	53,3	48,9	45,8	46,4	48,37	37,9	39,4	35,5	52,8	45,1	41,9
Temp. d. abgehend. Gase in Grad C.	289	288	283	241	160	274	250	250	259	260	279	232	247	172	105	190	250	234	215
Wärmeverluste pro Kilogr. Kohle in W.-E.:																			
durch unvollkommene Verbrennung	40	70	254	40	1404	57	27	1014	39	119	108	184	162	97	2200	160	85	101	83
durch Temperatur der Gase	1195	1076	782	1121	298	1338	1000	526	947	683	912	921	880	477	190	764	959	1060	734
durch den Wasserdampf	354	354	354	336	326	356	350	350	352	352	357	345	346	329	314	334	347	430	400
Total:	1589	1500	1390	1497	2028	1751	1377	1890	1338	1154	1377	1450	1388	903	2704	1258	1391	1591	1217
durch Herdrückstände	305	194	339	170	469	92	188	202	439	325	281	362	279	245	462	185	127	191	126
Totalverlust pro Kilogr. Kohle W.-E.:	1894	1694	1729	1667	2497	1843	1565	2092	1777	1479	1658	1812	1667	1148	3166	1443	1518	1782	1343
Von den Kesseln aufgenommen:																			
Herd	554	717	742	585	666	553	699	698	1247	1376	1367	1282	1416	1789	1731	—	—	—	1396
Kessel No. 1	2976	3250	2905	3008	1588	3108	2899	2293	2294	2300	2442	2281	2509	2246	1133	—	—	—	2764
Kessel No. 2	764	756	622	750	316	638	552	436	637	551	877	772	725	604	300	—	—	—	708
Total W.-E.:	4294	4723	4269	4343	2570	4299	4150	3427	4178	4227	4686	4335	4650	4639	3164	—	—	—	4868
Summe der beobachteten Wärme:	6188	6417	5998	6010	[5067]	6142	5705	[5519]	5955	5706	6344	6147	6317	5787	[6330]	—	—	—	[6211]

Chemische Zusammensetzung der rohen Kohle:

0,8727 C   0,0104 H   0,0997 O + S   0,0616 Asche   0,1252 Wasser.

Theoretischer Heizwerth nach Dulong: 6410 W.-E. $\left[\text{berechnet nach der Formel } 8080\,C + 34460\left(H - \frac{O}{8}\right)\right]$.

Mittelwerth der als brauchbar betrachteten zwölf Versuche: 6062 W.-E.

Die in den als »brauchbar« betrachteten Versuchen ermittelten Heizwerthe schwanken also von 5705 bis 6417 und betragen diese beiden extremen Werthe resp. 0,94 und 1,06 des Mittelwerthes. Die durch Einklammerung als unbrauchbar bezeichneten Resultate sind aus verschiedenen Gründen verworfen worden. Bei Versuch 39 war die Kohle mit einer sehr geringen Luftmenge verbrannt und war infolge dessen starke Ruſsbildung eingetreten. Bei dem Versuche 70 wurde die Kohle in wenigen, sehr groſsen Ladungen aufgegeben. Bei den Versuchen 67 und 69 ist die Kohle gröſstentheils nur vergast worden. Aber auch andere Resultate scheinen wenig Vertrauen einzuflöſsen. Von den Versuchen 58, 59 und 60 wird gesagt, daſs bei ihnen der Feuerherd einen starken Einbau von Backsteinen besessen habe, etwa 4900kg schwer. »Infolge dessen erreichte der Feuerherd erst nach sehr langer Zeit den Beharrungszustand und es war die Anheizung desselben mit groſsem Aufwande an Zeit und Brennmaterial verbunden. Es wurde daher ein möglichst groſser Theil der feuerfesten Steine entfernt und dadurch der Eintritt des Beharrungszustandes früher, nach 3 bis 4 Stunden, erreicht.«

Die Kennzeichen, woran in einem oder dem anderen Falle das Eintreten des Beharrungszustandes eingetreten ist, sind nicht angegeben, und es mufs in Hinblick auf die um 12 pCt. variirenden Resultate zweifelhaft erscheinen, ob derselbe in allen Fällen erreicht worden ist.

Aber auch die Schätzungen der Temperaturen und der Mengen der abgehenden Gase sind nicht sicher. Die Bestimmung der zur Verbrennung herbeigeströmten Luftmenge auf Grund der Analyse der Rauchgase mufs von einer bestimmten Voraussetzung inbetreff der Art und Weise ausgehen, wie die Luftmenge zuströmt oder wie die Kohlen auf dem Roste verbrennen. Man entzieht meistens den Rauchgasen in gleichen Zeiten möglichst gleiche zur Analyse zu verwendende Gasmengen, mischt diese und analysirt also eine Durchschnittsprobe. Bei der weiteren Berechnung mufs man dann die Annahme machen, dafs in gleichen Zeiten gleiche Luftmengen durch den Schornstein strömen, und dafs gleiche Kohlenquantitäten auf dem Roste verbrennen. Bestimmt man hingegen die Zusammensetzung der Verbrennungsgase durch einzelne sogenannte Augenblicksanalysen, so kann man entweder von der Annahme gleicher Luftmengen oder von der gleicher Kohlenquantitäten ausgehen, wenn man zunächst die Zusammensetzung jedes der einzelnen Probe entsprechenden Gasquantums berechnet. Berechnet man freilich aus den einzelnen Analysen zuerst eine mittlere Zusammensetzung der Rauchgase, so erhält man wie im ersten Falle sogleich die Durchschnittswerthe, sowohl für die Menge der in der Zeiteinheit verbrannten Kohle als auch der zugeströmten Luft. Es ist nun zunächst nicht möglich, gleiche Luftmengen in gleichen Zeiten aus dem Gasstrome abzusaugen, da die üblichen Aspiratoren mit wechselnder Saughöhe arbeiten; man erhält im Allgemeinen anfangs verhältnifsmäfsig gröfsere Quantitäten in das Sammelgefäfs, als am Ende der Gasentnahme. Sodann kann gar kein Zweifel darüber sein, dafs die Voraussetzung, dafs in gleichen Zeiten gleiche Luftmengen durch den Rost strömen und gleiche Kohlenquantitäten auf demselben verbrannt werden, nicht richtig ist. Wir wissen freilich weder, ob die durch diese Annahme verursachten Fehler sich thatsächlich ziemlich aufheben, noch welchen Betrag sie überhaupt erreichen können, und in welcher Richtung sie liegen mögen.

Die Abkühlungsverluste des ganzen Apparates, die sich nach seiner Einhüllung aber noch auf ca. 20000 W.-E. stündlich, also mitunter auf 20 pCt. der ganzen von dem Kesselapparate aufgenommenen Wärme beliefen, sind in üblicher Weise durch Versuche ermittelt worden; die gefundenen Resultate geben aber auch zu einigen Bedenken Anlafs. Die Wärmemengen, welche aus dem entwickelten Dampfe stammen und aus den Condensatoren im Kühlwasser fortgehen, scheinen sicherer ermittelt zu sein; sie sind in den Resultaten und also auch oben in der Tabelle stets um die bez. Abkühlungsverluste corrigirt angegeben worden, und betragen dann durchschnittlich etwa zwei Drittel des gefundenen Heizwerthes.[1])

Zu den vorstehend aufgeführten Fehlerquellen tritt aber noch der Einflufs der Ausmauerung des Herdes hinzu, welcher je nach dem Grade der Erwärmung, den das Anheizen erzielte, Wärme entziehend oder mittheilend auftreten kann. Alle diese Unsicherheiten finden ihren scharfen Ausdruck in den wechselnden Ziffern der Resultate, wie sie die als Beispiel

[1]) Es sind zweimal Versuche zur Ermittelung der Abkühlungsverluste angestellt worden. Diese Verluste betrugen pro Stunde in W.-E.

	I	II
für den Herd	6000	8350
» » Unterkessel . . .	7068	8031
» » Oberkessel . . .	3872	3726

Die Werthe unter II wurden bei späteren, sorgfältiger angestellten Versuchen erhalten, zeigen aber dennoch gewisse Unregelmäfsigkeiten. Die ausstrahlenden Oberflächen der beiden Kessel werden bez. zu 9 und 5,6 qm angegeben, die Differenz der Temperatur der Luft (30°) und der Temperatur des Wassers in den Kesseln (bez. 141° und 104°) betrug 114° und 74°. Es ergiebt sich daraus eine stündliche Abkühlung pro Quadratmeter und Grad Temperaturdifferenz von bez. 78 und 90 W.-E. In den oben gegebenen Beträgen der Abkühlung ist aber die Abkühlung der den Kessel umgebenden Hülle eingeschlossen; wird diese nicht mit berücksichtigt und nur die Abkühlung des Kesselinhaltes (bez. 7300 und 3476 W.-E.) in Betracht gezogen, so ergiebt sich die specifische Abkühlung zu 71 und 84 W.-E., es hat also immer die kühlere Wassermenge die raschere Abkühlung gezeigt, was zunächst nur durch einen Beobachtungsfehler zu erklären wäre.

Als Probe der Berechnung der Heizwerthe ist (B. l. u. G. B. 1879, S. 335) einmal folgende Aufstellung gegeben:

	W.-E.
a) Herd.	
Vom Condensator aufgenommen . . .	149 495
Im » geblieben	258
Im Herd geblieben 2660 (28,5 — 43,5) .	—40 032
Ausstrahlung des Herdes 7 . 500 . .	3 500
» » Condensators 7 . 350	2 450
Summa	115 671
b) Unterkessel.	
Vom Condensator aufgenommen . . .	495 302
Im » geblieben	2 570
Wärmeverbrauch der Pumpe	6 300
Strahlung des Kessels 7 . 7068 . . .	49 476
» » Condensators 7 . 350 .	2 450
» » Reservoirs 7 . 250 . .	1 750
Summa	557 848
c) Oberkessel.	
Vom Condensator aufgenommen . . .	105 742
Im » geblieben	2 394
Im Kessel geblieben	2 694
Strahlung des Kessels 7 . 3872 . . .	27 104
Summa	132 734

Es fällt auf, dafs der Wärmeinhalt des Wassers im Herde mit — 40 032 negativ angegeben ist; es müfste also das Wasser am Ende des Versuches kälter gewesen sein, als im Anfange. Sodann ist die Strahlung des Herdes stündlich nur zu 500 W.-E. gerechnet, während dieselbe durch den Versuch I zu 6000 W.-E. ermittelt worden war. Führen wir den dieser Zahl entsprechenden Verlust von 7 . 6000 = 42000 W.-E. ein, so beziffern sich die gesammten Abkühlungsverluste während des siebenstündigen Heizversuches auf 105 230 W.-E., während die beiden Kessel und der Herd 800 437 W.-E. einschliefslich der Abkühlung aufnahmen und im Ganzen 1 219 544 W.-E. entwickelt wurden. Man darf vielleicht annehmen, dafs die Bestimmung der Abkühlungen das Endresultat um 1 pCt. ungenau machen könnte. Eine solche Differenz ist praktisch nicht erheblich; es zeigte sich nur der Einflufs einer der vorhandenen Fehlerquellen, während mit dem Calorimeter Resultate erhalten werden, welche im Ganzen nur um etwa 1/2 pCt. von einander verschieden sind. Am sichersten ist jedenfalls in der Heizstation die Bestimmung des zur Condensation des Dampfes verwandten Wassergewichtes erreicht worden, indem die Resultate der einzelnen Controlversuche nur um 1/10 pCt. von einander abweichen. Dagegen wäre es möglich, dafs die Bestimmung der durchschnittlichen Temperatur des abfliefsenden Condensationswassers sich weniger scharf machen läfst.

oben gegebene Tabelle zeigt. Die übrigen Versuche der ersten Serie zeigen keine gröfsere Uebereinstimmung. Eine Kohle von Miesbach in Oberbayern giebt in vier Versuchen »bei kurzflammiger Feuerung« die Heizwerthe 4292, 4622, 4494 und 4797, also wieder reichlich 10 pCt. Unterschied. Ein Versuch mit »langflammiger Feuerung«, wo der Rost im hinteren Theil des Herdes angebracht war, ergab 4375 W.-E. als Heizwerth. Der aus der chemischen Zusammensetzung berechnete Heizwerth beträgt 4502 W.-E. Eine andere Kohle, von Hausham in Oberbayern stammend, die gleichfalls in der kurzflammigen Herdeinrichtung verbrannt wurde, zeigt geringere Variationen des Heizwerthes: von 5599 bis 5876 W.-E. Der durch Analyse gefundene Heizwerth ist aber nur 5372 W.-E., also kleiner, als der durch den Heizversuch gefundene, während in der Regel der letztere sich um geringe Beträge gröfser herausgestellt hat.

Die zweite Serie zählte 135 Versuche, von deren Resultaten aber nur 106 veröffentlicht sind, während 29 von vornherein ausgeschlossen erscheinen. Das bei der Veröffentlichung der ersten Serie eingeschlagene Verfahren, sämmtliche Resultate zu geben, mochten sie nun als brauchbar anerkannt werden oder nicht, verdient jedenfalls den Vorzug. Es ist jetzt nicht erkennbar, aus was für Gründen die betreffenden Versuche nicht berücksichtigt worden sind.

Es zeigen nun die aufgeführten Versuche der zweiten Serie mehr übereinstimmende Resultate, als die der ersten Serie; freilich sind mit keiner einzigen Kohlensorte mehr als vier Versuche angestellt worden. Die Differenzen der einzelnen Werthe betragen jetzt im Allgemeinen nur 1 bis $1^1/_2$ pCt., einigemal gegen 2 pCt.

Die Methode der Versuche im Grofsen hat demnach während der zweiten Periode Resultate gegeben, welche, wenn man nicht annehmen will, dafs die gröfsere Divergenzen zeigenden Versuche sich unter den nicht aufgeführten befinden, von vornherein kaum anfechtbar und unsicher erscheinen; dennoch spricht gegen sie ein Umstand von schwerwiegender Bedeutung. Die calorimetrischen Versuche, welche mit complicirter zusammengesetzten Körpern angestellt worden sind, zeigen ohne alle Ausnahme, dafs der Heizwerth derselben sich nicht aus ihrer chemischen Zusammensetzung berechnen läfst. Substanzen gleicher procentalischer Zusammensetzung, aber von verschiedener chemischer Constitution, zeigen verschiedene Verbrennungswerthe.

Es ist dieses eine feststehende Thatsache, so weit es überhaupt experimentell feststehende Thatsachen giebt, eine Thatsache, die im vollständigen Einklange mit Allem steht, was über die Constitutionsverhältnisse chemischer Verbindungen ermittelt ist. Je nach der Art, wie die Atome und Molecüle der Bestandtheile eines Körpers mit einander verbunden sind, wird bei der durch die Verbrennung erfolgenden Lösung ihres Zusammenhanges eine andere Wärmemenge gebunden und die bei ihrer Verbindung mit dem Sauerstoffe freiwerdende Wärmemenge entsprechend modificirt. Wenn die Steinkohlen, die ihrer chemischen Constitution nach ungemein complicirte Verbindungen sind, bei der Verbrennung ein anderes Verhalten zeigten, so würden wir vor einer zur Zeit uns unerklärlichen Erscheinung stehen. Aber die Versuche Scheurer-Kestner's haben ohne alle Ausnahme gezeigt, dafs die Verbrennungswärmen der Steinkohlen ganz andere sind als diejenigen, welche man nach der Dulong'schen Formel aus ihrer Zusammensetzung berechnet. Es wurde nämlich gefunden:

Versuche von Scheurer-Kestner.

Steinkohlensorte	Heizwerth W.-E. beobachtet	Heizwerth W.-E. berechnet
Ronchamp	9163	8909
»	9117	8388
»	9081	8333
»	8946	8572
Dudweiler (Saarkohle) .	8724	7972
Altenwald » .	8633	7893
Heinitz » .	8487	7619
Friedrichsthal » .	8457	7405
Louisenthal » .	8215	7367

Die Mehrzahl der von Scheurer-Kestner untersuchten Kohlen gehörten dem Saarbrücker Revier an, und gerade diese zeigen die gröfsten Unterschiede zwischen dem berechneten und dem beobachteten Heizwerthe. In München ergab sich für beide Heizwerthe der Saarbrücker Kohlen aber folgendes Verhältnifs:

Münchener Versuche.

Steinkohlensorte	Heizwerth W.-E. beobachtet	Heizwerth W.-E. berechnet	Steinkohlensorte	Heizwerth W.-E. beobachtet	Heizwerth W.-E. berechnet
St. Ingbert Ia . .	7704	7981	Dudweiler	7801	7938
» IIa . .	7265	7382	König Ia	7286	7528
» IIIa . .	7065	7291	Friedrichsthal . .	7047	7079
Mittelbexbach			Ziehwald IIa . .	6728	7021
Flötz No. 3	7113	7173	Louisenthal . . .	6078	6733
» No. 6	7188	7469	Griesborn	6075	5910
» No. 9	7210	7272			
» No. 10	7155	7072			
Heinitz-Dechen . .	7446	7582			
Reden-Merchweiler	7031	7319			

Es mufs nun darauf aufmerksam gemacht werden, dafs die Werthe, welche Scheurer-Kestner giebt, sich auf die aschenfreie Substanz, während die Münchener Angaben sich auf Bruttokohle beziehen, und dafs die beiderseitigen Versuche um mehr als zehn Jahre aus einander liegen, so dafs gleiche Namen der Kohlen keineswegs identische Qualitäten zu bezeichnen brauchen. Davon ist aber der Umstand ganz unabhängig, dafs jetzt der beobachtete Heizwerth ausnahmslos kleiner ist, als der berechnete. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich bei den meisten anderen Kohlen, wie schon oben bemerkt wurde, jedoch stimmen beide Heizwerthe mehr oder weniger genau überein. Die nächste Folgerung dieser Thatsache wäre, dafs die Heizversuche, soweit sie die Ermittelung des totalen Heizwerthes bezwecken, überhaupt überflüssig seien, da die chemische Analyse dieselben mit praktisch genügender Annäherung zu berechnen gestattet. Aber wir können zu diesem Schlusse nicht schreiten, denn der heutige Standpunkt der Wärmelehre läfst uns keine Wahl zwischen den Resultaten Scheurer-Kestner's und denen der Heizstation übrig. Wir sind genöthigt, die letzteren für unrichtig zu erklären, gerade weil sie mit denen der Dulong'schen Formel übereinstimmen.

Die Ungenauigkeiten, welche die mittelst der chemischen Analyse gemachte Bestimmung der Menge der Rauchgase mit

sich bringt, reichen nicht aus, um die gefundenen Beträge der Heizwerthe, welche also ohne Ausnahme zu klein sind, zu erklären. Aufserdem ist noch nicht untersucht, ob diese Ungenauigkeiten den Heizwerth gröfser oder kleiner erscheinen lassen. Auch können bei der Bestimmung der Abkühlung, wenn überhaupt, keine grofsen Fehler begangen sein. Es bleibt somit nur übrig, den vornehmsten Grund der Divergenz in den Erwärmungsverhältnissen des Feuerherdes zu suchen. Abgesehen von etwa in demselben vorhandenen Feuerbrücken und Quermauern und dem Mauerwerke unter dem Roste, enthielt der Herd etwa 2,5^{cbm} Mauerwerk[1]), welches bei 1,6 specifischem Gewicht und einer specifischen Wärme von 0,21 einem Wassergewichte = 840^{kg} entsprechen würde. Um diese Steinmmasse auf 1300° C. zu erwärmen, wären demnach 1 092 000 W.-E. erforderlich. Bei den meisten Versuchen sind weniger als 300^{kg} Kohlen verbrannt worden, und diese boten, bei einem verwendbaren Heizwerthe von 5000^{kg}, nur 1 500 000 W.-E. der ganzen Anlage, von denen während der Verdampfungsperiode der Herd etwa ein Drittel aufzunehmen pflegte. Im kalten Zustande, während der Anheizung, hat er wohl verhältnifsmäfsig mehr aufgenommen, was sich aber ebenso wenig genauer schätzen läfst, als wie grofs seine mittlere Temperatur gewesen ist. Wenn wir diese indessen zu 900° annehmen, einer Temperatur von 500° an den wenigstens 150° warmen Wänden des Wassermantels entsprechend, so sind noch immer 756 000 W.-E. zur Durchwärmung des Mauerwerkes nöthig.

Ueber die Art des Anheizens sagt der Bericht (B. I.- u. G.-B. 1879, S. 332):

»Vor Beginn eines jeden Versuches wurde die Versuchsanlage angeheizt, bis sie nach etwa 2 bis 4 Stunden in allen ihren Theilen den Beharrungszustand erreicht hatte und die Calorimeter eine nahezu constante Temperatur zeigten. Schliefslich wurde das auf dem Roste liegende glühende Brennmaterial in einen tarirten, gufseisernen Kasten gebracht, gewogen und dann wieder auf den Rost gegeben.«

Es würden nun, wenn wir für Saarkohle eine dreistündige Dauer des Anheizens annehmen, bei 50^{kg} stündlichem Kohlenconsum 50 . 3 . 5000 = 750 000 W.-E. der ganzen Anlage zugeführt worden sein, also nicht mehr, als zum gleichmäfsigen Durchwärmen des Herdmauerwerkes allein erforderlich gewesen wären. Eine Controle, ob die Ausmauerung z. B. 200° wärmer oder kälter beim Beginn des Versuches war, ist nicht auszuüben. Diese 200° würden 168 000 W.-E. entsprechen und im Allgemeinen 10 pCt. der ganzen entwickelten Wärmemenge repräsentriren, und könnten also um diesen Betrag den Heizwerth kleiner erscheinen lassen, als er wirklich war.

In wie wechselnden Verhältnissen sich der Herd befunden hat, geht auch aus den Wärmequantitäten hervor, die er bei scheinbar gleichen Verhältnissen aufnahm. Bei den Versuchen 110 und 111 wurden stündlich je 40^{kg} Saarkohle, im Ganzen 240^{kg} mit dem bezw. 1,65- und 1,67 fachen der theoretischen Luftmenge verbrannt. Der Hauptkessel nahm bezw. 3039 und 3038 W.-E. pro Kilogr. Kohle auf, der Herd aber 1495 und 1306 W.-E.; dabei fielen aber durch den Aschenfall eine bezw. 650 und 412 W.-E. haltende Kohlenmenge, welcher Umstand naturgemäfs auf eine geringere Wärmeübertragung bei Versuch No. 110 hätte hinwirken müssen, während dieser Versuch das entgegengesetzte Verhalten zeigt. In ähnlicher Weise zeigt es sich überall unmöglich, einen Zusammenhang zwischen den bezüglich übertragenen Wärmemengen, den verbrannten Kohlenmengen und den übrigen Versuchsresultaten aufzufinden.

[1]) Das Gewicht des Mauerwerkes hat nach den officiellen Angaben anfangs im Ganzen 4700^{kg} betragen.

Bei einem Versuche No. 122 wurde zwanzig Stunden lang vorgeheizt, ehe der Versuch begann, und dieser selbst dauerte 10 Stunden, während die übrigen Versuche mit derselben Kohle nur 6 Stunden dauerten. Der Heizwerth wurde dabei zu 7518 W.-E. ermittelt, während die Dulong'sche Formel aus der Analyse den Werth 7582 berechnen läfst. Die lange Dauer des Vorheizens sollte einen höheren Heizwerth liefern, sie giebt aber auch keine absolute Gewähr für die Höhe der im Mauerwerk des Feuerherdes hergestellten Temperatur. Fand die Verbrennung während des Vorheizens mit gröfserem Luftzutritte statt, als bei dem eigentlichen Versuch der Fall war, so wird ein nachträgliches Anwärmen eintreten, da im letzteren Falle die Anfangstemperatur eine höhere sein wird. Es ist nun allerdings bei diesem Versuche mit sehr geringem Luftzutritt, dem 1,1 fachen des theoretisch erforderlichen, operirt worden. Andererseits werden bei geringem Luftzutritte, also dicker Kohlenschicht, die Resultate des Orsatapparates unzuverlässiger werden, und könnte diese Fehlerquelle hier wirksamer gewesen sein. Indessen sind Speculationen über das Resultat dieses Versuches zu unsicher, wenn auch noch andere auffallende Punkte dazu einladen.

In einigen Fällen sind übrigens bei den Versuchen höhere Heizwerthe, als die berechneten, erzielt worden. Der Versuch No. 34 (Ruhrkohle von General-Erbstolln) ergab 8037 gegen 7810. Die böhmische Kohle von Tremosna gab bei den Versuchen No. 60 und 62 bezw. 6344 und 6317 gegen 6100. Die bayerische Kohle von Hausham gab in fünf Versuchen 5676, 5790, 5876, 5731, 5599 gegen 5069. Eine andere bayerische Kohle von Miesbach ergab zweimal einen etwas höheren Werth. Auch bei den neueren Versuchen sind einige Male etwas höhere Heizwerthe, als die berechneten, erzielt worden, in keinem Falle aber Werthe, die den Scheurer-Kestner'schen Resultaten als solchen entsprechen, wie dies früher einmal, bei der Kohle von Hausham, der Fall war.

Es mufs entschieden beklagt werden, dafs die Heizstation, nachdem einmal constatirt war, dafs ihre Resultate in weiten Grenzen schwanken konnten und dafs dieselben im Allgemeinen Werthe aufwiesen, welche bei dem heutigen Standpunkte der Wärmelehre jedenfalls zu ernsten Bedenken Anlafs geben, nicht dazu übergegangen ist, neben ihren Versuchen im Grofsen calorimetrische Versuche zur Controle anstellen zu lassen.

Es hätte überhaupt wohl von vornherein zunächst ein Vergleich beider Methoden stattfinden müssen, um zu sehen, in wie weit die kostspieligen Versuche im Grofsen eingeschränkt werden könnten. Jetzt, nachdem so viele auffallende Resultate vorliegen, wird man wohl kaum umhin können, calorimetrische Versuche anzustellen. Ebenso wenig scheint es erläfslich, einen zur Innenfeuerung geeigneten Herd ohne Mauerwerk im Innern anzubringen und mit diesem fortan zu operiren, wenn anders die Versuche zur Ermittelung des totalen Heizwerthes noch fortgesetzt werden sollten, und nicht vielmehr die Entscheidung dahinfallen wird, nur calorimetrisch zu Werke zu gehen.

III.

Die zweite Aufgabe, welche der Heizversuchsstation zu lösen obliegt, ist die »Ermittelung der wichtigsten Bedingungen für eine ökonomische Verbrennung der zu untersuchenden Materialien«.

Im Allgemeinen kennen wir diese Bedingungen vollständig: sie sind theoretisch leicht zu entwickeln und die Praxis

hat, wenn auch zum Theil langsamer, als man hätte glauben sollen, die theoretischen Sätze sich zu eigen gemacht. Man soll die Brennmaterialien mit so wenig Luft als nur möglich verbrennen, man soll die Verbrennung so gleichmäfsig wie möglich gestalten und die Verbrennungsproducte möglichst allmählich abkühlen, so dafs brennbare Gase, die sie oberhalb des Rostes etwa noch enthalten, Zeit finden zu verbrennen. Endlich, und dieser Punkt ist rein praktisch, soll man den Rost so gestalten, dafs möglichst wenig Kohle unverbrannt durch seine Zwischenräume fällt, und seine Reinhaltung andererseits nicht zu schwierig ausfällt. Alle übrigen Bedingungen einer guten Ausnutzung der Kohle gehen nur den Kessel an, nicht die Feuerung, also möglichste Abkühlung der Heizgase und möglichste Verhinderung der Abkühlung des Kessels, beides innerhalb der Grenzen, die sich als commerciell vortheilhaft herausstellen. Die erforderlichen Eigenschaften des Rostes lassen sich an jedem Kessel ermitteln. Die Dimensionen desselben können übrigens ja erfahrungsmäfsig in den meisten Fällen erheblich schwanken, ohne dafs der Effect darunter leidet.

Die Versuchsstation ermittelt den »praktischen Heizwerth«, d. h. den totalen Heizwerth vermindert um die Wärmemenge, welche die abgehenden Rauchgase in einer oder der anderen Form mitnehmen, und wählt diese Bezeichnung, weil sie annimmt, dafs eine weitere Verringerung des von ihr bei sorgsamster Bedienung der Feuerung constatirten Verlustes praktisch nicht möglich sei.

Dafs durch die Anordnung einer grofsen, mit feuerfestem Mauerwerke ausgefütterten Verbrennungskammer die Verbrennung etwa entwickelter brennbarer Gase wirksamst befördert und durch sie die zur Verbrennung erforderliche Luftmenge auf ein Minimum eingeschränkt werden konnte, war vorauszusehen; aber die dergestalt gewonnenen Resultate sind rein individuelle der Münchener Versuchsstation und Niemand vermag zu sagen, was ein anderer Feuerherd, als der Münchener, in Bezug auf vollständige Verbrennung zu leisten vermag. Nur ein Versuch an Ort und Stelle kann darüber Auskunft geben, und wird bei demselben ein Minimum von brennbaren Gasen und von Luft in den Rauchgasen constatirt, so ist die Verbrennung die vortheilhafteste gewesen, wie auch immer der totale Heizwerth der verbrannten Kohle ist. Es ist für die Prüfung der Güte der Verbrennung gar nicht nöthig, den Heizwerth der verwandten Kohle zu kennen, und die gleichzeitige Ermittelung desselben, wie sie in der Versuchsstation stattfindet, ist ohne Wichtigkeit. Bequemer läfst sich der »praktische Heizwerth« eines Brennmaterials allerdings in einer Station finden, aber nicht sicherer.

Die eigentliche Schwierigkeit liegt gar nicht in der Ermittelung des »praktischen Heizwerthes«, sondern darin, dafs derselbe sich in anderen Anlagen nicht ohne Weiteres reproduciren läfst. Das Benutzen des von der Versuchsstation angegebenen Mafsstabes macht ungefähr dieselbe Schwierigkeit, wie die Herstellung des Mafsstabes selbst machte.

Es wird weiter angeführt, dafs der praktische Heizwerth in Verbindung mit dem totalen Heizwerthe einen sicheren Mafsstab zur Beurteilung des Verbrauchswerthes der Kohlen gebe. Diese Annahme ist kaum richtig, denn der »praktische Heizwerth«, wie er in München ermittelt wurde, ist nicht allein von der Güte der Verbrennung abhängig, sondern auch von der Gröfse der Heizfläche und ist mithin je nach ihrer Gröfse oder nach der Intensität der Feuerung verschieden. Abgesehen davon ist aber die Nothwendigkeit, den totalen Heizwerth durch Versuche im Grofsen zu ermitteln, noch nicht erwiesen. Die Vertheidiger der Versuche im Grofsen befinden sich, wie mir scheint, in einem sog. Circulus vitiosus. Die Ermittelung des »praktischen Heizwerthes« durch eine eigens erbaute Versuchsstation wird durch die gleichzeitige Erlangung des »totalen Heizwerthes« motivirt, und die Ermittelung des totalen Heizwerthes in der Heizversuchsstation durch die gleichzeitige Erlangung des praktischen Heizwerthes. Es wird freilich zugestanden (Vereinszeitschr. 1880, S. 152), dafs der totale Heizwerth mittelst des Calorimeters viel leichter und sicherer, als durch die Versuche im Grofsen, zu erhalten sei und — darf ich hinzufügen — auch billiger. Ebenso würden die Versuche zur Ermittelung des praktischen Heizwerthes sich — zwar nicht leichter und bequemer — aber erheblich billiger in einem Kesselhause haben erhalten lassen, als in der Versuchsstation.

Für die Bestimmung der Verluste, welche ein Dampfkessel durch Abkühlung erleidet, geben die Münchener Versuche auch keinen Anhalt von Belang.

Wenn wir unter einem wirklichen Dampfkessel eine Vorfeuerung einrichten, so sind wir im Ungewissen, ob die Abkühlungsverluste u. s. w. derselben nicht den Gewinn mehr als aufzehren, den wir durch die ermöglichte bessere Verbrennung erzielen. Einen Verbrennungsherd, wie ihn die Münchener Anlage besitzt, hat kein existirender Kessel aufzuweisen. Die Ermittelung der von jenem aufgenommenen Wärmequantitäten war zur Bestimmung des totalen Heizwerthes der Kohlen nöthig, sie hat wissenschaftlich ein gewisses Interesse, indem sie zeigt, welche Wärmequantitäten event. durch Steinwandungen hindurchgetrieben werden können, aber für praktische Zwecke, für die Bestimmung der Wärmeverluste einer wirklichen Kesselanlage, ist sie ohne Bedeutung. Scheurer-Kestner stellte seine Versuche an einem gewöhnlichen Kessel an und ermittelte den Heizwerth der verbrannten Kohle unabhängig von dem Heizversuche. Er war, nachdem er die Speisewassermenge und was sonst bei Versuchen mit Dampfkesseln gemessen werden mufs, und nachdem er — ob mehr oder minder genau, ist ohne Bedeutung für die vorliegende Erörterung — die in dem erzeugten Dampfe und in den fortgehenden Rauchgasen vorhandenen Wärmemengen berechnet hatte, im Stande, aus der Differenz dieser Wärmemengen und des Heizwerthes der Kohle die Verluste zu bestimmen, welche seine Heizanlage durch Abkühlung erlitt. Wenn nun seine Resultate auch die Abkühlungsfrage keineswegs erledigen, so liegt dies nicht an seiner Methode, und der von ihm gezeigte Weg ist nicht zu verlassen, sondern wieder zu betreten, um weitere Resultate zu gewinnen. Für seinen Weg ferner spricht dann noch der Umstand, dafs dabei der erzeugte Dampf nutzbar zu verwenden ist und so die Kosten des Versuches auf das überhaupt erreichbare Minimum eingeschränkt werden können.

Der Grund, weshalb man den erzeugten Dampf condensirt, statt ihn zum Dampfmaschinenbetriebe zu verwenden, ist, wie in den Beschreibungen der Heizstation hervorgehoben wird, der, dafs man die mehr oder weniger unsicheren Bestimmungen der vom Dampfe mitgerissenen Wassermenge überflüssig machen und die wirklich vom Wasser aufgenommene Wärmemenge direct bestimmen will. Es giebt hierzu vielleicht keinen anderen Weg, als den in München eingeschlagenen; es wäre dann aber zu wünschen gewesen, dafs nebenher einmal Versuche über die Wassermenge angestellt worden wären, welche von dem Dampfe mit übergerissen worden ist. Freilich deuten eine Reihe von Thatsachen darauf hin, dafs unter einigermafsen normalen Verhältnissen

das Ueberreifsen von Wasser weit weniger zu fürchten ist, als man bisher anzunehmen geneigt war.

Die Versuche, welche in Philadelphia während der Ausstellung von 1878 angestellt worden sind[1]), die Versuche, welche auf der Düsseldorfer Ausstellung von 1880 gemacht wurden, endlich die ausführliche Versuchsreihe, die Hr. Teichmann 1877 in der Vereinsschrift veröffentlichte[2]), zeigen sämmtlich im Dampfe sehr geringe Beträge an mitgerissenem Wasser. In dem ersten und letzten Falle wurde die Condensationsmethode, im zweiten die chemische Untersuchungsmethode angewandt, und immer ein ähnliches Ergebnifs erhalten.

Im Gegensatze zu diesen Versuchen, welche in der Regel unter 2 und höchstens 3 pCt. Wassergehalt im Dampfe finden liefsen, haben die in Mülhausen angestellten Versuche erhebliche Procentsätze finden lassen. Bei den 1859 angestellten Versuchen (vgl. Bulletin de Mulhouse 1874, S. 42) fand man 2 bis 7 pCt., bei neueren Versuchen 3 bis 7 pCt. und endlich bei anderen mit der höchsten Sorgfalt angestellten Versuchen 2 bis 5½ pCt. Die Mülhauser Resultate, deren Zuverlässigkeit von vornherein zugegeben werden mufs, liefern also höhere Resultate und zwar schon so hohe, dafs man ihnen gegenüber nur ungerne auf eine Bestimmung des Wassergehaltes bei Verdampfungsversuchen verzichten könnte. Aber ein sonderbares Versäumnifs seitens der Elsässer Ingenieure macht die Differenz erklärlich. Im Bulletin von Mülhausen 1873, S. 258 wird auf das ausdrücklichste die Abkühlung, die der dem Calorimeter zugeleitete, zu untersuchende Dampf in den Dampfröhren erleidet, seinem Wärmeinhalte gegenüber für ganz irrelevant und daher eine Umhüllung des Zuleitungsrohres für überflüssig erklärt. Die fraglichen Versuche dauerten »mehrere Minuten« und liefsen dabei etwa 0,5 bis 2,5^{kg} Dampf condensiren; nun condensirt aber nach den vor zwei Jahren in Mülhausen wiederum angestellten Versuchen (vgl. Wochenschrift 1880, S. 59) ein Quadratmeter Oberfläche etwa 0,06^{kg} Dampf pro Minute, in einer Minute konnte bei etwa 0,3^{qm} Oberfläche des Dampfrohres recht wohl $0{,}3 \cdot 0{,}06 = 0{,}018^{kg}$ Dampf sich condensiren und den gefundenen Wassergehalt um ¾ pCt. pro Minute der Dauer des Versuches vermehren. Es scheint daher sehr wahrscheinlich, dafs von den Mülhauser Resultaten solche Abzüge gemacht werden dürfen, dafs dieselben den sonstigen Resultaten nicht mehr widersprechen. Eine Reihe von Versuchen, welche die belgischen Kesselrevisionsvereine angestellt haben, ergaben auch, dafs unter normalen Verhältnissen, bei gutem Speisewasser und regelmäfsiger Dampfentnahme das Mitreifsen von Wasser so gering ist, dafs es kaum untersucht zu werden braucht. Die in Belgien angewandte Untersuchungsmethode ist übrigens die denkbar einfachste: dem Wasser des Kessels wird Kochsalz zugesetzt, finden sich dann in dem Condensationswasser, das aus den Dampfrohren angesammelt wird, überhaupt Spuren von Chlornatrium, so wird der ganze Versuch einfach verworfen. Die auf diesem Wege erhaltenen Resultate zeigen die Verhältnisse des Wassermitreifsens aber in ebenso günstigem Lichte, wie die Düsseldorfer Versuche, bei denen meistens nur ein minimaler Wassergehalt im Dampfe gefunden wurde.[3])

Nach dem vorstehend Dargelegten wird es schwer verständlich erscheinen, weshalb in München der Weg, den man bisher eingeschlagen hat, verlassen, und eine in der Anlage und im Betriebe kostspielige Anlage erbaut worden ist. Aus den Verhandlungen, welche der Anlage der Station vorhergingen, und einigen im Anfange des Betriebes derselben gemachten Aeufserungen geht indessen hervor, dafs bei ihrer Gründung und Anordnung die weitere Absicht vorgelegen hat, durch sie auch genauere Resultate über die Wärmetransmission durch Kesselwandungen zu gewinnen. Aus diesem Grunde ist der Kessel in zwei Theilen angeordnet, deren Verdampfung separat gemessen wird. Es sollten dann die Temperaturen in dem Zwischenraume zwischen beiden Kesseln gemessen werden, deren Kenntnifs dann, in Verbindung mit der durch die Analyse bekannten Menge der Rauchgase und mit der Endtemperatur ermöglicht haben würde, aus den von den Kesseln producirten Dampfmengen die Art und Weise, wie die Wärme an sie mitgetheilt wurde, annähernd zu bestimmen. Leider sind nun aber die Dimensionen der beiden Kessel so gewählt worden, dafs die den Unterkessel verlassenden Gase eine zu hohe Temperatur besitzen, um diese mittelst eines Quecksilberthermometers messen zu lassen. Im Anfange der Versuche ist noch mehrfach versucht worden, diese Temperatur zu messen, bald hat man es aber ganz aufgegeben und damit auch die Möglichkeit, jene in Aussicht genommenen wissenschaftlichen Resultate zu erreichen. Es wäre nun recht gut möglich, mittelst eines Luftthermometers die fragliche Temperatur zu bestimmen, indessen scheint die Verwendung des Luftthermometers bis jetzt nicht beabsichtigt zu sein. Sobald man davon ausgeht, dafs die Münchener Anstalt auch Resultate über Wärmetransmission gewinnen sollte, wird ihre Anlage erklärlich und stellt es sich als Nothwendigkeit heraus, den erzeugten Dampf zu condensiren, kurz die ganze Anlage wenigstens principiell so anzuordnen und zu betreiben, wie geschehen ist. Resultate über Wärmetransmission sind nun nicht erreicht worden und können mit dem bestehenden Apparate zur Zeit kaum sicher erreicht werden; wenigstens deutet die Berechnung der wenigen erlangten Data darauf hin, dafs einerseits die Bestimmung der Abkühlungsverluste und andererseits die analytische Ermittelung der verbrannten Luftmengen nicht genau genug sind.

IV.

Im Grofsen und Ganzen wird man bei aller Anerkennung des Fleifses und der Gewissenhaftigkeit, mit dem die Münchener Heizversuche durchgeführt worden sind, nicht zugeben können, dafs unsere Kenntnisse durch sie wesentlich gefördert worden sind, und dafs die Station zur Zeit überhaupt im Stande ist, neue zuverlässige Thatsachen zu schaffen. Wird sie mit einem zweckmäfsigeren Herde versehen und zur Anstellung von calorimetrischen Untersuchungen, sowie auch nebenbei zur Untersuchung des Wassergehaltes des Dampfes befähigt, so könnte sie werthvolle Resultate schaffen, die freilich bald dahin führen würden, den weiteren Betrieb der Station für überflüssig zu erklären. Gröfsere Unkosten würde es machen, die Kesselanlage so umzuändern, dafs Versuche

[1]) Vgl.: »Bericht der internationalen Jury über die von ihr angestellten Proben mit Turbinen u. s. w. und Dampfkesseln.« Berlin, 1879.

[2]) »Versuche mit einem Tenbrinkkessel.« S. 472.

[3]) Die in Belgien gemachten Beobachtungen stimmen mit manchen bekannten Erscheinungen überein. Die Beschaffenheit des Speisewassers kann bei Locomotiven Wassermitreifsen verursachen, und bei Dampfschiffen der Uebergang aus Salzwasser in brackiges Wasser. Es ist übrigens bei Beurteilung der Düsseldorfer Resultate nicht zu vergessen, dafs der von den Kesseln erzeugte Dampf in die freie Luft strömte und also eine gleichmäfsige Dampfentnahme stattfand. Diejenigen der untersuchten Kessel, welche einen grofsen Dampfraum hatten, werden dadurch wenig beeinflufst worden sein, während sich bei den Wasserröhrenkesseln günstigere Resultate herausgestellt haben können, als in Wirklichkeit meistens der Fall sein dürfte.

über Wärmetransmission angestellt, und dafs die Zuverlässigkeit der Resultate der chemisch-analytischen Bestimmung der Rauchgase controlirt werden könnte. Der letztere Punkt, der ohne directe Messung der abgehenden Rauchgase nicht zu ermitteln wäre, würde praktisches Interesse haben. Die nähere Kenntnifs der Wärmetransmission, wie sie durch die Wände eines Dampfkessels stattfindet, hat dagegen fast nur theoretisches Interesse und würde voraussichtlich an unseren Dampfkesselconstructionen nichts ändern. Wir wissen heute schon, dafs die vorderen Theile der Heizfläche weit wirksamer sind, als die hinteren und brauchen kaum genauer zu wissen, wie das Verhältnifs ihrer Wirksamkeit ist. Jedenfalls würden Versuche im Kleinen uns fast ebenso weit bringen, wie die kostbareren Versuche im Grofsen. Dasselbe möchte übrigens auch von Versuchen über die Richtigkeit der chemischen Bestimmung der Luftmenge gelten. Es handelt sich gar nicht darum, die individuellen Resultate einer bestimmten Kesselanlage kennen zu lernen, sondern die Einflüsse im Allgemeinen zu studiren. Versuche im Kleinen sind modulationsfähiger und gehen in Bezug auf ihre Unkosten nicht über das hinaus, was technische Vereine für sie verwenden könnten.

Es haben sich gelegentlich Stimmen erhoben, welche die Anlage einer grofsartigen Heizversuchsstation als eine Nothwendigkeit hinstellen; diesen Tendenzen kann nicht energisch genug entgegen gearbeitet werden. Ein derartiges Riesenspielzeug ist nicht das, was wir brauchen; physikalische Untersuchungen würden uns zur Zeit weiter bringen, und erst wenn nach allen Richtungen hin aufgeklärt und vorgearbeitet worden ist, sollte der Versuch im Grofsen da wieder eintreten, wo sich seine Nothwendigkeit klar herausgestellt hat. Ein solcher Fall liegt mit der Prüfung des Wassergehaltes des Dampfes vor. Wir besitzen eine Anzahl von Methoden, um ihn zu bestimmen, die allerdings noch viel gründlicher mit einander verglichen werden müfsten, als bis jetzt geschehen ist, indem noch nicht einmal die chemische und die calorimetrische Bestimmung des Wassergehaltes gleichzeitig angewandt worden sind, und man ferner wohl vermuthet, aber bis jetzt nicht durch gleichzeitige Untersuchungen untersucht hat, dafs der Wassergehalt des in einem Rohre sich fortbewegenden Dampfes innerhalb eines Querschnittes des Rohres veränderlich ist. Hier ist also eine Reihe von Vorversuchen erforderlich, schliefslich wird man aber die Genauigkeit der erlangten Resultate endgültig nur prüfen können, indem man, wie in München ja möglich ist, den ganzen vom Kessel entwickelten Dampf condensirt.

Sollte nun die einmal vorhandene Münchener Station in einer Weise umgestaltet werden, die nach allen Richtungen hin Resultate zu gewinnen gestattet, so wären etwa folgende Veränderungen an ihr, abgesehen von der Veränderung des Feuerherdes, anzubringen.

a) In Bezug auf Versuche über Wärmetransmission wäre die jetzige zweitheilige Dampfkesselanlage in eine dreitheilige umzuwandeln. Es wäre ein dritter Kessel von den Dimensionen des zweiten hinzuzufügen und der erste untere Kessel um so viel zu verkürzen, dafs er dieselbe Heizfläche bekäme wie die beiden anderen Kessel. Die theoretischen Formeln lassen sich weit sicherer anwenden, wenn drei Kessel zusammen arbeiten, als wenn nur zwei vorhanden sind. Die Verkürzung des untersten Kessels würde die mittelst des Luftthermometers zu beobachtende Temperatur in dem Zwischenraume zwischen ihm und dem folgenden Kessel etwas steigern und eine gröfsere Leistung der beiden folgenden Kessel ermöglichen. Aufserdem werden die anzustellenden Berechnungen ungemein erleichtert, wenn die drei Kessel gleiche Heizflächen haben. Im Betriebe wären die Kessel stets so voll zu erhalten, dafs nur ein minimaler Dampfraum vorhanden ist, um die Heizflächen so gleich wie möglich zu erhalten. Bei dem gleichmäfsigen Abzuge des Dampfes wäre es wahrscheinlich möglich, mit einem sehr geringen Dampfraume auszukommen. Eine vierte Condensationsvorrichtung müfste natürlich für den hinzuzufügenden dritten Kessel eingerichtet werden. Auch müfste die Einhüllung der Kessel verbessert werden, die jetzt noch etwa 1000 W.-E. pro Stunde und Quadratmeter, der Condensation von etwa 2^{kg} Dampf entsprechend, durchläfst.

b) In Bezug auf die Verbrennung müfsten zwei Luftpumpen zur Beschaffung der Verbrennungsluft aufgestellt werden, deren eine die Luft unter den Rost lieferte, die andere über denselben. Es wäre dann möglich, die zuströmende Luftmenge genau zu bestimmen und andererseits die Menge und die Zusammensetzung der Rauchgase mittelst der zweiten Luftpumpe unabhängig von der Verbrennung zu ändern. Dieses würde einerseits die Versuche über die Genauigkeit der analytischen Gasmengebestimmung[1]) ermöglichen, andererseits die Versuche über die Wärmetransmission und deren Abhängigkeit von der zugeführten Luftmenge genügend vielseitig machen.

Um die Verbrennung der Kohle gleichmäfsig zu gestalten und jeden ungewünschten Luftzutritt fern zu halten, müfste eine Halbgasfeuerung eingerichtet werden. Wahrscheinlich würde eine Tenbrink-Feuerung vollständig genügen. Da bei derselben der Rost durch Aschenanhäufung beliebig verkleinert werden kann und andererseits die gezwungene Luftzuführung die Menge der in der Zeiteinheit verbrennenden Kohle wirksam reguliren läfst, so wäre die Leitung der Verbrennung der Kohle vollständig in den Händen des Experimentators.

c) Eine Ergänzung der Kesselanlage im Grofsen durch eine solche im Kleinen, welche nur den zwanzigsten Theil oder noch weniger an Kohle stündlich consumirte, wäre wünschenswerth. Der kleine Versuchskessel wäre in eine Anzahl Abtheilungen zu theilen, und die Verdampfung einer jeden bei den Versuchen über Wärmetransmission festzustellen. Die Feuerungsanlage müfste natürlich auch eine gleichmäfsige Verbrennung und die Messung der zugeführten Luft gestatten, um Prüfungen der analytischen Luftmenge-Bestimmung vornehmen zu können.

d) Unumgänglich nothwendig erscheint die Einrichtung eines Laboratoriums zu calorimetrischen Ermittelungen der Heizwerthe der Steinkohlen. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs diese, wenn in grofser Anzahl angestellt, verhältnifsmäfsig leicht und billig zu machen sein würden, theils durch die erlangte Erfahrung in der Behandlung der zu verbrennenden Kohle, theils durch die ermöglichte vollkommenere Einrichtung des Ganzen und die Aussicht, die Arbeitskraft des Untersuchenden besser auszunutzen, indem sie auf die schwierigeren Punkte der Untersuchung, unter Abwerfung der Nebenarbeit auf Assistenten, concentrirt würde. Selbstredend brauchte ein solches calorimetrisches Laboratorium nicht mit der Heizversuchsstation in engem räumlichem Zusammenhange zu stehen, sondern würde besser da hergestellt, wo ein Raum constanter Temperatur disponibel wäre. Die jetzigen Räume des Laboratoriums der Station, welche an den Kesselraum unmittelbar anstofsen, sind wenig geeignet zur Anstellung calorimetrischer Untersuchungen.

[1]) Ich möchte die Anstellung solcher Versuche als eine Nothwendigkeit bezeichnen; jetzt verwendet die Versuchsstation eine Methode, deren Genauigkeit durchaus unbekannt ist.

Bemerkungen über die Untersuchungen der chemischen und physikalischen Eigenschaften von Stahl und Eisen.

Von **A. Martens**, Ingenieur in Berlin.

Im Jahre 1879 wurde der Vorschlag gemacht, die Lücken in der Erkenntnifs des Zusammenhanges zwischen den chemischen und physikalischen Eigenschaften von Stahl und Eisen durch eine umfassende und einheitlich organisirte statistische Untersuchung auszufüllen.[1]) Es wurde die Wichtigkeit dieser Frage in das gehörige Licht zu stellen versucht und in grofsen Umrissen der Plan, nach welchem eine solche Untersuchung einzuleiten sein würde, entwickelt und festgestellt. Aufgabe der nachfolgenden Zeilen soll es sein, diese Frage noch einmal anzuregen, ihr eine praktischere Gestalt zu geben und auf einige Mängel der heute gebräuchlichen Methoden aufmerksam zu machen.

Wie nachgewiesen wurde, ist eine solche umfassende Untersuchung nur dann möglich, wenigstens kann sie nur dann vollkommen zum Ziele führen, *wenn alle diejenigen Organe, welche sich regelmäfsig aus amtlicher oder privater Veranlassung mit der Untersuchung der Eigenschaften oder einzelner Eigenschaften von Stahl und Eisen befassen, Hand in Hand gehen und nach einem in grofsen Zügen vorgeschriebenen (vereinbarten) Plane arbeiten.* Wie ferner nachgewiesen wurde, ist es nothwendig, dafs an jedem einzelnen Versuchsobjecte möglichst viele einzelne Eigenschaften festgestellt werden, um ein möglichst vollkommenes Material für die Vergleichungen zu haben. Aufserdem mufs das Material, welches zur Untersuchung kommt, seiner Vergangenheit nach ebenso vollkommen bekannt sein, wie die Erfolge, die ökonomischen Leistungen der mit ihm gleichzeitig und übereinstimmend erzeugten Industrieproducte bekannt sein müssen. Die Versuchsobjecte für den Zweck der vorgeschlagenen wissenschaftlichen Untersuchung müssen daher aus der laufenden Production eines Werkes heraus von fachmännisch gebildeten Personen entnommen und alle Vorgänge bei deren Erzeugung in der vorgeschlagenen Weise vermerkt werden.

Für die Ausführung einer solchen eingehenden Untersuchung ist es nicht durchaus nothwendig, wiewohl es erwünscht sein würde, dafs alle Untersuchungen an *einer* bestimmten Centralstelle vorgenommen werden, wenn nur dafür Sorge getragen werden kann, dafs die einzelnen Untersuchungen nach verabredetem, wissenschaftlich durchgebildetem Plane in einheitlicher Weise durchgeführt, und dafs das Material in freiester Weise der weiteren Bearbeitung zugänglich gemacht werde.

Die Ausführung einer solchen Organisation für die wissenschaftliche Untersuchung von Stahl und Eisen kann nun sehr wohl derart gedacht werden, dafs das Material von einzelnen Körperschaften (Eisenbahn-, Marine-, Militair- etc. Behörden, grofsen Fabriketablissements, Versuchsanstalten und Privatpersonen), welche die ihnen gelieferten Materialien so wie so zu untersuchen pflegen, gesammelt, in der ihnen zusagenden Richtung (aber mit einiger Rücksicht auf unseren Zweck) geprüft und das Ergebnifs dieser Prüfungen unter einander ausgetauscht und an eine Centralstation eingesandt wird. Diese Körperschaften werden dann durchweg in der Lage sein, über das später im laufenden Betriebe sich ergebende ökonomische Verhalten der betreffenden Industrieproducte Ermittelungen veranlassen und diese ebenfalls zur Verfügung stellen zu können. Macht man nun die auf diese Art angesammelten Versuchsresultate in gleicher Weise, wie die aus den Versuchen übrig gebliebenen Versuchsobjecte, in freierem Mafse, als dies bisher zu geschehen pflegte, auch dazu befähigten Privatpersonen zugänglich, welche die Untersuchungen an den einzelnen Stücken oder an den zusammengestellten Ergebnissen vervollständigen wollen, so würde man mit geringer Mühewaltung ein möglichst vollkommenes Vergleichungs-Material erhalten können. Es ist sicher, dafs hierdurch in vielen Fällen Mängel in den früheren Untersuchungen klargestellt und beseitigt werden können. Aufserdem wird aber, und das ist der Hauptwerth, die Möglichkeit, ein in seinen Eigenschaften möglichst vollständig bekanntes Material bekommen zu können, manchen Specialisten veranlassen, an der allgemeinen Arbeit theilzunehmen und so unseren Zweck wesentlich zu fördern. Als Beleg für diese Ansicht braucht nur auf die bekannten *Wachler*'schen Untersuchungen[1]) hingewiesen zu werden. Diese Untersuchungen sind mit dem gröfsten Fleifse, mit bedeutenden Kosten durchgeführt und haben vielleicht ein den Zwecken der Industriellen, welche sie veranlafsten, genügendes Resultat ergeben. Aber haben sie unsere Erkenntnifs von dem Wesen der inneren Eigenschaften des Materiales nennenswerth gefördert? Sie haben ergeben, dafs die einzelnen Eisensorten gegen ein wiederholtes Umschmelzen, ohne Regeneration durch neu hinzugesetztes Material, in verschiedenem Grade empfindlich sind; sie haben uns auch den Zusammenhang dieser Eigenschaft mit der chemischen Zusammensetzung erkennen lassen; sie haben uns die Veränderungen, welche die Festigkeit und die Gufsfähigkeit erleiden, vor Augen geführt. Aber eine klare Vorstellung von dem Werthe der Einzelbeimengungen des Eisens für den Giefsereibetrieb haben uns diese Versuche nicht geben können, weil die chemische Analyse von den Zwischen- und Endproducten nicht gemacht worden ist[2]). Als Prof. *Ledebur* dieses Verhältnifs näher untersuchen wollte, konnte ihm das Material nicht mehr zur Verfügung gestellt werden, weil es nicht mehr geordnet und zugänglich war. Auch für die Untersuchung der Veränderung des Gefüges mit Hülfe des Mikroskopes würden gerade diese Untersuchungsobjecte sich ganz besonders geeignet haben, und die Bestrebungen, das Mikroskop als Untersuchungsmittel in die Hand des Technikers zu bringen, würden sicherlich wesentlich gefördert worden sein. Aehnliches kann, wenigstens in Bezug auf die mikroskopischen Untersuchungen, auch von den neueren Versuchen des »Vereines zur Beförderung des Gewerbefleifses« in Berlin gesagt werden. Die Objecte der Versuche über die Schweifsbarkeit der verschiedenen Eisensorten und noch mehr diejenigen der Versuche über den Einflufs von Kohlenstoff und Mangan auf die Eisensorten würden sich für die mikroskopische Untersuchung hervorragend eignen. Höchst wahrscheinlich würden diese letztgenannten Proben auch einen Versuch gestatten, durch

[1]) Zeitschr. 1879, S. 337. »Gedanken über die Frage der Klassification von Eisen und Stahl.«

[1]) »Vergleichende Qualitätsuntersuchungen rheinisch-westfälischen und ausländischen Giefserei-Roheisens«, Annalen für Gewerbe und Bauwesen 1879.

[2]) Vergl. Wochenschrift 1880, S. 165, 173: »*Scheffer*, Mangan im Giefsereieisen«.

Anwendung verschiedener, rein physikalischer Untersuchungsmethoden einen einfachen und bequemen Maßstab für den Molecularzustand des Materials und für den Einfluſs der einzelnen Beimengungen auf diesen Zustand zu gewinnen. Beispielsweise könnte man es versuchen, die für die Münztechnik werthvoll gewordene Hughes'sche Inductionswage[1]) zu benutzen etc.

Die Centralstelle, an welcher das statistische Material gesammelt wird, könnte sehr wohl eine der staatlichen Versuchs-Anstalten sein. Ist diese Anstalt mit einem Polytechnikum verbunden, so würde es der leitenden Persönlichkeit jedenfalls leicht möglich sein, einige der Studirenden aus den höheren Semestern zur Theilnahme an den Arbeiten zu veranlassen, namentlich, wenn man ihnen Gelegenheit geben würde, diese Arbeiten in gewisser Beziehung als ein selbstständiges Schaffen zu empfinden. Man würde so in den jungen Leuten die Lust zum Forschen und zu wissenschaftlicher Arbeit erwecken und fördern.

Nach Vorausschickung dieser Betrachtungen kann nunmehr zur Entwickelung des eigentlichen Themas übergegangen werden.

Es ist bekannt, daſs die einzelnen Bestandtheile — es soll hier nur von denjenigen gesprochen werden, welche überhaupt eine praktische Bedeutung haben, also Kohle, Mangan, Silicium, Phosphor, Schwefel und Kupfer — nicht nur einen verschiedenartigen Einfluſs auf das Eisen oder den Stahl ausüben, sondern daſs sie vielmehr auch sich selbst gegenseitig beeinflussen.

Man pflegt diese Einwirkungen unter einander und diejenigen auf die mechanischen und anderen Eigenschaften des Eisens vorwiegend durch graphische Vergleichungen zu untersuchen, indem man die einzelnen Ergebnisse der Analysen und Versuche nach wachsenden Werthen einer Beimengung oder einer Eigenschaft ordnet, die übrigen als Ordinaten aufträgt und die verbindenden Linienzüge vergleicht. Da alle einzelnen Beimengungen einen ganz verschiedenwerthigen Einfluſs auf einander und auf eine jede der mechanischen und physikalischen Eigenschaften haben, da ferner diese Einflüsse sich gegenseitig in mannigfacher Weise verstärken, verschwächen und aufheben, so werden derartige Bilder selbst für denjenigen unübersichtlich, der sie verfertigte. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, für eine gröſsere statistische Untersuchung von vorn herein von einem solchen Verfahren Abstand zu nehmen. Das gesammelte und für diese Untersuchungen zugelassene Material müſste vielmehr der Reihenfolge nach, in welcher es einläuft, registrirt werden; hierauf sind die Angaben der Versuchsprotokolle in gehörig ausgearbeitete Formulare einzutragen. Nunmehr könnte man Specialregister anfertigen, in welchen die einzelnen Protokollnummern geordnet nach wachsenden Werthen der Einzelbestandtheile oder der anderen Eigenschaften eingetragen werden. Dann kann man jederzeit mit Hülfe dieser Specialregister die eine oder die andere Gruppe aus dem Materiale herausgreifen und zunächst gesondert untersuchen.

Greift man beispielsweise die Gruppe der Bessemer-Stahlschienen heraus, so würde man, indem man dies thut, schon die Maximalgrenzen für die überhaupt in den zugehörigen chemischen Analysen verzeichneten Beimengungen gezogen haben. Denn es ist klar, daſs alle diejenigen Procentsätze in diesen Analysen überhaupt nicht zum Ausdruck

[1]) Philosophical Magazine Ser. 5, VIII, S. 50. — Engng. 1879. — Naturforscher 1879, S. 323.

kommen können, welche irgend eine schlechte Eigenschaft des Materiales auf solchen Betrag vermehren, daſs entweder der Herstellungsproceſs der Schienen, Schmieden, Walzen, Richten etc. nicht mehr ohne erhebliche Schwierigkeiten ausführbar ist, oder daſs die ökonomische Verwendung im Betriebe nicht mehr möglich wird. Aus diesem Grunde wird man, wie Dudley[1]) in seinem Berichte auch hervorhebt, fast niemals einen sehr hohen Betrag von Schwefel und Kupfer in Schienenstahl-Analysen finden, da schon eine geringe Menge dieser Körper das Fabrikat unansehnlich machen und dieser Umstand dem Auge des abnehmenden Beamten nicht entgehen würde. Auch die übrigen Körper können in den Schienenstahl-Analysen immer nur in beschränkter Menge auftreten; herrscht der eine vor, so müssen alle diejenigen Körper zurücktreten, welche eine durch ihn bedingte schädliche Eigenschaft verstärken würden, während diejenigen Körper in gröſserer Menge vorhanden sein können, welche die schlechten Eigenschaften des ersten Körpers mildern. Ist beispielsweise der Mangangehalt hoch, so darf es nicht auch gleichzeitig der Kohlenstoff- und Phosphorgehalt sein etc. Dudley versuchte, indem er den einzelnen Beimengungen einen verschiedenen, in Ziffern ausgedrückten Wirkungsgrad beilegte und die Wirkungsgröſse jeder Beimengung in Phosphoreinheiten ausdrückte[2]), hinter das Gesetz zu kommen, nach welchem gute Stahlschienen zusammengesetzt sein müſsten. Er gab als die Grenzen einer solchen Zusammensetzung:

Phosphor nicht über 0,10 pCt.
Silicium » » 0,04 »

Kohle zwischen den Grenzen von 0,25 bis 0,35 nahe an 0,30 pCt.
Mangan » » » » 0,30 » 0,40 » » 0,35 »

Dieser Vorschlag war zunächst auf die eingehende Untersuchung von 25 Schienen, denen nachher die Resultate von weiteren 64 zugesellt wurden, begründet.

So eingehend und ausführlich nun diese Untersuchungen bearbeitet sind, so kann man hierbei die Sache doch nicht bewenden lassen. Es lassen sich mit diesen Arbeiten ja noch die Resultate anderer Forscher, von Kerpely[3]), Bauschinger[4]), Deshayes[5]) u. A. vereinigen, aber selbst dann ist das Material noch nicht erschöpfend genug. Um dies zu sein, müſsten mindestens mehrere Hundert von Analysen und zwar womöglich von Stahlschienen vorliegen, welche als Objecte für die Abnutzungsversuche der Eisenbahnen gedient hatten. Die deutschen Eisenbahnverwaltungen haben bis jetzt meistens keine Laboratorien, in denen solche Analysen gemacht werden und sind aus diesem Grunde zur Anstellung derselben meistens nicht sehr geneigt. Die Resultate der Schienenstatistik haben daher auch lange nicht die groſse Bedeutung für den Fortschritt der Industrie, den sie haben könnten, wenn das Material ein öffentliches wäre, unstatt in

[1]) Frankl. J., 3. S., Vol. 76, S. 361. — Mining J. 1879, S. 9. — Railr. Gaz. 11, S. 26. — Rev. univers. II. 5, S. 612. — Z. Oe. f. Berg. 27, S. 104. — Iron. A. 23, S. 22. — Gewbl. Würt. 31, S. 204. — Ztg. Berg Vol. 11, S. 75. — Berg-Ztg. 38, S. 363. — Engng. I. 1881, S. 220. — Transact. Am. Inst. M. Eng. — Eng. I. 1881, S. 163. —

[2]) Ein Verfahren, das als ein höchst willkürliches sich ergiebt, wenn man das von Dudley selbst gegebene Material eingehend untersucht.

[3]) »Ungarns Eisensteine u. Eisenhütten-Erzeugnisse«; Wien 1877 und »Ueber Eisenbahnschienen«; Leipzig 1878.

[4]) Suppl. z. Organ für Fortschr. d. Eisenbahnw. 1880: »Die Eigenschaften von Eisen und Stahl«.

[5]) Bull. soc. chim. 31, 166 und 265.

den Acten oder im alten Eisen ungenutzt zu verkommen. Sicher würde es von hervorragender Bedeutung werden, wenn hier die staatlichen Versuchsanstalten fördernd eingreifen könnten, und es ist dies sehr wohl eine würdige Aufgabe für dieselben.

Betrachtet man nun den weiteren Gang der statistischen Untersuchung, so ist hervorzuheben, dafs man unter der ausgewählten Gruppe, um im Beispiel zu bleiben, der Stahlschienen, weitere Unterabtheilungen zu schaffen haben würde. Man würde die Analysen heraussuchen, in welchen der Procentgehalt an irgend einer der mafsgebenden Beimengungen ein annähernd gleicher ist und würde diese kleine Gruppe einer eingehenden graphischen Untersuchung unterwerfen. Nach einigen vorläufigen Studien über diesen Gegenstand kann jedoch empfohlen werden, den neuen Weg einzuschlagen, nämlich die Analysen nicht allein nach wachsenden Procenten einer Beimengung, sondern vielmehr nach den wachsenden Verhältnifszahlen zweier Beimengungen zu ordnen. Man erhält hierdurch wahrscheinlich auch bei einer gröfseren Zahl von Analysen klarere Bilder.

Als das zu erreichende Ergebnifs einer solchen Untersuchung mufs angestrebt werden, für jeden beigemengten Körper eine Verhältnifszahl zu finden, nach welcher er auf eine oder mehrere der physikalischen Eigenschaften von Stahl und Eisen einwirkte; die Verhältnifszahl kann sehr wohl für jedes Element und bezogen auf jede Eigenschaft eine verschiedene sein.

Wurde bisher hervorragend die chemische Zusammensetzung des Eisens besprochen, so ist es nunmehr nothwendig, der Ermittelung der mechanischen Eigenschaften näher zu gedenken. Diese Untersuchungen sind zweifelsohne diejenigen, denen augenblicklich wohl die meiste Aufmerksamkeit zugewendet wird, und die technischen Untersuchungsmethoden haben vielfach schon den Charakter der Präcisionsversuche angenommen. Aber wenn man es unternimmt, ihre Ergebnisse in gröfserer Menge zu einer statistischen Untersuchung zusammenzustellen, so kommt man sehr bald zu der Ansicht, dafs man sich einer heillosen Mühe unterzogen habe. Die Veröffentlichungen sind nicht einheitlich genug, viele principielle Fragen sind noch offen, über die Zuverlässigkeitsgrenzen der Methoden sind wenig Veröffentlichungen gemacht. Unter den zahlreichen Versuchen nehmen diejenigen Bauschinger's, Kennedy's Adamson's u. s. w. einen hohen Rang ein.

Um die Zuverlässigkeit einer Festigkeitsuntersuchung überhaupt prüfen zu können, ist es nothwendig, dafs jedesmal das ganze Protokoll veröffentlicht oder wenigstens an die gedachte Centralstelle eingeliefert werde. Es müssen in dieser Beziehung die Bauschinger'schen Veröffentlichungen ganz besondere Anerkennung finden; gerade sie machen es möglich, wenigstens den Versuch eines Schlusses auf die Präcision der Festigkeitsversuche zu machen. Benutzt man hierfür die letzten Veröffentlichungen über »die Veränderungen der Elasticitätsgrenze und des Elasticitätsmoduls verschiedener Metalle«[1]), so wird man an der Hand der nachfolgend gegebenen Tabelle finden, dafs die Uebereinstimmung der Versuche an Material, welches aus einer und derselben Stange stammt, in der That eine durchaus befriedigende ist. Dies gilt selbstredend zunächst nur von den Resultaten mit der Werder'schen Präcisionsmaschine und hier vorerst auch nur dann, wenn die Bruchgrenze noch lange nicht erreicht ist. Bei weniger feinen Mefsmethoden, bei weniger exacten Maschinen, bei weniger sorgfältigen und weniger geübten Operateuren und an der Bruchgrenze wird die Uebereinstimmung keineswegs in dem ausgezeichneten Grade erreicht werden. Es mufs dies Alles hier so ausführlich erwähnt und auch noch weiter so behandelt werden, weil leider so viele Techniker sich durch die gedruckte oder geschriebene Zahl bestechen lassen, namentlich, wenn die Zahlen bis auf einzelne Kilogramme pro Quadratcentimenter genau (?!) angegeben werden (ein Vorgehen, was vor kurzem Mohr mit dem Ablesen von einzelnen Secunden am Zifferblatt einer Schwarzwälder Uhr verglich). Aber die Sache hat eine viel ernstere Bedeutung, als man gemeinhin annimmt.

Man betrachte einmal die bei den Materiallieferungen für Eisenbahnen gebräuchlichen Festigkeitsuntersuchungen genauer. Bei ihnen hat man es fast durchweg mit in derlei Untersuchungen recht unerfahrenen Experimentatoren zu thun, bei ihnen sind die Maschinen durchweg nicht in dem Zustande, dafs sie genaue übereinstimmende Resultate ergeben können, bei ihnen wird die Belastung bis zum Bruche getrieben und dann kann das aufgelegte Gewicht, multiplicirt mit dem von dem Experimentator vielleicht vor Jahren gelegentlich untersuchten Hebelverhältnifs — Reibungen, Klemmungen u. s. w. können nicht immer berücksichtigt werden, weil man oft keine directen Controllbelastungen anbringen kann — und dividirt durch den, mit einem nicht verglichenen Mikrometer gemessenen Bruchquerschnitt, bis auf ein Kilogramm pro Quadratcentimeter genau die Bruchspannung angeben. Die übrigen Messungen haben gleiche Zuverlässigkeit.

Wurde hier ein Bild von diesen Untersuchungen entrollt, wie sie in der Praxis in der grofsen Mehrzahl der Fälle ausgeführt werden, so mufs doch auch bemerkt werden, dafs man selbst mit schlechten Untersuchungsmitteln vieles erreichen kann, wenn man Umsicht und Gleichförmigkeit in seinen Arbeiten entwickelt. In dieser Hinsicht kann namentlich die von holländischen Abnahmebeamten vielfach befolgte Praxis empfohlen werden, mit der Belastung stets um gleiche Intervalle und zwar stets um 100kg pro Quadratcentimeter ursprünglichen Querschnittes voranzuschreiten; dann werden alle Versuche an Stäben von der Normalprobenform mit einander vergleichbar, und man kann im Diagramme vor allen Dingen die Zuverlässigkeit des Versuches prüfen, wenn für jede Belastung die zugehörige Verlängerung ermittelt wurde.

Was hier gesagt wurde, gilt, freilich in ganz anderem Mafse, auch von den Versuchen mit der Präcisionsmaschine. Auch sie sollten der Regel nach mit Belastungen vorgenommen werden, welche, wenigstens innerhalb der Streckgrenze, regelmäfsig um ein bestimmtes Intervall, am besten ebenfalls um eine Einheit pro Flächeneinheit des ursprünglichen Querschnittes steigen. Nur dann sind die verschiedenen Versuche unter einander vergleichbar und ergeben ein auf den ersten Blick klar erkennbares Resultat. Um dieses besser zu verdeutlichen, ist nachstehend ein Theil der vorgenannten Bauschinger'schen Resultate in umgerechneter Form tabellarisch zusammengestellt. In der Tabelle sind die absoluten Zahlen in Bruchtheilen des Millimeters und darunterstehend die Procentzahlen, bezogen auf die Beobachtungslänge des Probestabes, (fettgedruckt) angegeben. Von gröfserem Werthe ist es zweifellos, wenn die gemessenen Verlängerungen auch in Procenten der ursprünglichen Länge angegeben sind, als wenn sie sich allein in absoluten Zahlen vorfinden. Die Procente gestatten einen sofortigen Vergleich nach einheitlichem Mafsstabe, während man die Verhältnisse bei absoluten Zahlen selten so schnell übersieht. Es genügt sogar, wenn nur einige

[1]) »Civilingenieur« 1881, S. 289.

Professor Bauschinger's Versuche über die Aenderung der elasti-

Die Versuche sind unter den in der Tabelle angegebenen Verhältnissen an Proben aus einer und derselben Stange flossenen Zeit aus den am Fuſse der

Belastung pro Quadrat-centimeter	Verhalten im ursprünglichen Zustande (I).								No.1 bis 4	Verhalten nach dem ersten Strecken (II).							
	No. 1.		No. 2.		No. 3.		No. 4.			No. 1.		No. 2.		No. 3.		No. 4.	
	Verlängerung mm u. pCt.	Δ vom Mittel pCt.	Verlängerung mm u. pCt.	Δ vom Mittel pCt.	Verlängerung mm u. pCt.	Δ vom Mittel pCt.	Verlängerung mm u. pCt.	Δ vom Mittel pCt.	Mittel pCt.	Verlängerung mm u. pCt.	Δ pCt.	Verlängerung mm u. pCt.	Δ pCt.	Verlängerung mm u. pCt.	Δ pCt.	Verlängerung mm u. pCt.	Δ pCt.
Durchm. . . . mm pCt.bezog. auf I	25,1		25,1		25,0		25,15			25,1 **100**		25,0 **99,6**		25,0 **100**		25,0 **99,2**	
Länge . . . mm pCt.bezog. auf I	150	·	150		150		150			151,8 **101,2**		151,4 **100,9**		151,0 **100,7**		151,4 **100,9**	
	Streckspannung beim voraufgehenden Versuch in kg pro qcm									2222		2222		2240		2231	
Spannung an der Streckgrenze	1919		2020		2037		2113			2222		2444		2444		2444	
Spanng. a. d. Proportionalitätsgr.	1414		1414		1629		1610			1010		2037		{1935} {2037}		2240	
	Die nächste Belastung fand Stunden nach dem Strecken statt:									**0**		**19**		**51**		**80**	
		0,0000		0,0000		0,0000		0,0000									
200	0,0147 **0.0098**	— 1	0,0151 **0,0101**	+ 2	0,0147 **0,0098**	— 1	0,0146 **0,0097**	— 2	**0.0099**	0,0158 **0,0104**	**104**	0,0143 **0.0095**	**95**	0,0150 **0.0099**	**99**	0,0159 **0,0105**	**105**
400	294 **196**	— 1	300 **200**	+ 3	296 **197**	0	292 **195**	— 2	**197**	310 **204**	**100**	294 **194**	**99**	301 **199**	**100**	309 **204**	**99**
600	441 **294**	— 2	450 **300**	+ 4	445 **297**	+ 1	440 **293**	— 3	**296**	465 **307**	**103**	444 **293**	**99**	452 **299**	**100**	459 **302**	**98**
800	587 **391**	— 2	594 **396**	+ 3	590 **393**	— 0	586 **391**	— 2	**393**	620 **408**	**101**	591 **390**	**97**	603 **399**	**100**	607 **401**	**99**
1000	733 **469**	— 1	737 **491**	+ 1	737 **491**	+ 1	734 **469**	— 1	**490**	773 **509**	**101**	742 **490**	**100**	755 **500**	**101**	754 **498**	**97**
1200	876 **584**	— 2	883 **589**	+ 3	881 **587**	+ 1	877 **585**	— 1	**566**	932 **614**	**104**	888 **587**	**97**	906 **600**	**100**	904 **597**	**99**
1400	1021 **680**	— 2	1028 **685**	+ 3	1025 **663**	+ 1	1021 **681**	— 1	**682**	1094 **721**	**107**	1037 **685**	**96**	1056 **699**	**99**	1050 **694**	**97**
1600	1172 **781**	+ 1	1175 **763**	+ 2	1169 **779**	— 1	1165 **777**	— 3	**760**	1256 **827**	**106**	1188 **785**	**100**	1208 **800**	**101**	1198 **792**	**98**
1800	1340 **893**	+ 8	1332 **888**	+ 3	1319 **879**	— 6	1320 **880**	— 5	**865**	1421 **936**	**109**	1338 **884**	**99**	1359 **900**	**100**	1346 **889**	**97**
2000			1532 **1022**	+ 12	1501 **1001**	— 9	1510 **1007**	— 3	**1010**	1602 **1055**	**119**	1488 **983**	**99**	1511 **1001**	**101**	1495 **987**	**98**
2200										1849 **1218**	**163**	1646 **1087**	**104**	1676 **1110**	**109**	1644 **1088**	**99**
2400	Die Uebereinstimmung der Versuche an dem Materiale im ursprünglichen Zustande (I) ist, wie die Abweichungen vom Mittel zeigen, eine sehr gute.											1845 **1219**	**182**	1895 **1255**	**145**	1820 **1202**	**110**
2600																	
2800																	
3000																	
3200	Das durchschnittliche Wachsthum der Verlängerung innerhalb der Proportionalitätsgrenze ist bei den einzelnen Versuchen untenstehend angegeben. Die eingeklammerten Zahlen geben das Verhältniſs zum ursprünglichen Zustande (I) an.																
3400																	
	97,1 **(100)**		97,6 **(100)**		97,6 **(100)**		97,1 **(100)**				101,8 **(104,8)**		98,3 **(100,7)**		100,1 **(102,6)**		98,8 **(101,8)**

schen Eigenschaften von Schweifseisen bei wiederholtem Strecken.

angestellt; man erkennt den Einfluſs des Streckens und der zwischen dem Aufeinanderfolgen der Versuche ver-
Tabelle angegebenen Procentzahlen.

Verhalten nach dem zweiten Strecken (III).								Verhalten nach dem dritten Strecken (IV).							
No. 1.		No. 2.		No. 3.		No. 4.		No. 1.		No. 2.		No. 3.		No. 4.	
Verlängerung mm u. pCt.	Δ pCt.	Verlängerung mm u. pCt.	Δ pCt.	Verlängerung mm u. pCt.	Δ pCt.	Verlängerung mm u. pCt.	Δ pCt.	Verlängerung mm u. pCt.	Δ pCt.	Verlängerung mm u. pCt.	Δ pCt.	Verlängerung mm u. pCt.	Δ pCt.	Verlängerung mm u. pCt.	Δ pCt.
24,65 **98.2**		24,75 **98,6**		24,55 **98,2**		24,8 **98,6**		24,2 **96,4**		24,55 **97,8**		24,4 **97,6**		24,45 **97,2**	
156,0 **104,0**		154,9 **103,3**		155,4 **103,6**		154,7 **103,1**		162,0 **108,0**		158,4 **105,6**		158,4 **105,6**		157,6 **105,1**	
2828		2851		2851		2851		3354		3326		3383		3313	
2935		3118		3171		3106		3478		—		—		—	
1048		2495		2748		2485		1087		2748		3205		{2982} {3195}	
0		**27**		**41**		**68**		**0**		**24**		**45**		**64**	
0,0164 **0.0105**	**105**	0,0162 **0,0105**	**105**	0,0162 **0,0104**	**104**	0,0157 **0.0102**	**102**	0,0171 **0,0106**	**106**	0,0155 **0,0098**	**98**	0,0162 **0.0102**	**102**	0,0154 **0,0098**	**98**
326 **209**	**104**	316 **204**	**99**	321 **207**	**103**	315 **204**	**102**	338 **209**	**103**	315 **199**	**101**	323 **204**	**102**	312 **198**	**100**
486 **312**	**103**	472 **305**	**101**	477 **307**	**100**	469 **303**	**99**	508 **314**	**105**	476 **300**	**101**	484 **306**	**102**	471 **299**	**101**
646 **414**	**102**	631 **407**	**102**	632 **407**	**100**	624 **403**	**100**	676 **417**	**103**	634 **400**	**100**	643 **406**	**100**	627 **398**	**99**
801 **514**	**100**	785 **507**	**100**	783 **504**	**97**	783 **504**	**101**	836 **516**	**99**	794 **501**	**101**	803 **507**	**101**	780 **495**	**97**
964 **618**	**104**	942 **608**	**101**	940 **605**	**101**	938 **606**	**102**	1006 **621**	**105**	955 **603**	**102**	961 **606**	**99**	935 **592**	**97**
1133 **726**	**108**	1097 **708**	**100**	1095 **705**	**100**	1092 **706**	**100**	1179 **728**	**107**	1116 **705**	**102**	1121 **708**	**102**	1092 **693**	**101**
1299 **833**	**107**	1252 **808**	**100**	1249 **804**	**99**	1247 **806**	**100**	1353 **835**	**107**	1277 **806**	**101**	1281 **809**	**101**	1250 **793**	**100**
1460 **936**	**103**	1407 **909**	**101**	1401 **901**	**97**	1405 **908**	**102**	1525 **941**	**106**	1438 **910**	**104**	1441 **910**	**101**	1408 **893**	**100**
1631 **1046**	**110**	1563 **1009**	**100**	1555 **1001**	**100**	1560 **1008**	**100**	1693 **1045**	**104**	1600 **1010**	**100**	1600 **1010**	**100**	1566 **994**	**101**
1803 **1156**	**110**	1718 **1109**	**100**	1711 **1101**	**100**	1716 **1109**	**101**	1874 **1157**	**112**	1761 **1112**	**102**	1757 **1109**	**99**	1723 **1093**	**99**
1977 **1267**	**111**	1874 **1210**	**101**	1867 **1200**	**99**	1870 **1209**	**100**	2062 **1273**	**116**	1922 **1213**	**101**	1918 **1211**	**102**	1875 **1190**	**97**
2170 **1391**	**124**	2032 **1312**	**102**	2023 **1300**	**100**	2027 **1310**	**101**	2249 **1388**	**115**	2082 **1314**	**101**	2076 **1310**	**99**	2031 **1289**	**99**
2375 **1523**	**132**	2196 **1418**	**106**	2175 **1400**	**100**	2188 **1414**	**104**	2424 **1496**	**108**	2243 **1416**	**102**	2237 **1412**	**102**	2184 **1386**	**97**
		2375 **1534**	**116**	2335 **1503**	**103**	2370 **1532**	**118**	2621 **1618**	**122**	2408 **1520**	**104**	2398 **1514**	**102**	2346 **1488**	**102**
								2833 **1749**	**131**	2577 **1627**	**107**	2561 **1617**	**103**	2505 **1589**	**101**
								3081 **1902**	**153**			2730 **1724**	**107**	2661 **1686**	**99**
	102,8 **(105.9)**		100,9 **(103.4)**		100,0 **(102.5)**		100,8 **(103.8)**		103,2 **(106.2)**		101,1 **(103.6)**		101,1 **(103,6)**		99,3 **(102,3)**

Zahlen direct angegeben werden, denn auch die durch den Spiegelapparat gegebenen Ablesungen haben ja nur einen relativen Werth, da zur Darstellung der absoluten Mafse eine Reihe von Correctionen an der abgelesenen Zahl jedesmal angebracht werden müfste. Es kann nun gar nicht schwierig sein, die gewünschten Angaben direct und ohne jedesmalige Rechnung als Beobachtungsresultat zu erhalten, wenn die Einrichtungen darnach getroffen werden. Dazu ist erstens eine einmal ausgerechnete Tabelle erforderlich, welche vorne am Eingang in verticaler Richtung die einzelnen vorkommenden Querschnitte in beliebig zu wählenden, regelmäfsigen Abstufungen enthält. Neben diesen Zahlen werden in horizontaler Richtung die ausgerechneten, dem constanten Hebelverhältnifs der Maschine und den Querschnitten entsprechenden Gewichte verzeichnet, welche in dem Versuchsstabe eine Spannung von 100, 200, 300 u. s. w. Kilogramm pro Quadratcentimeter hervorrufen würden. Die Tabelle hat Wandtafelform und ist in der Nähe der Belastungsschale aufgehängt. Beim Gebrauch sucht man die dem Stabquerschnitt entsprechende Zahl auf, bringt unterhalb derselben ein horizontales Lineal an und läfst nun nach einander die in der Horizontalreihe über dem Lineal bezeichneten Gewichte aufsetzen, was die Gehülfen sehr bald mit absoluter Sicherheit ausführen werden. Man kann die Intervalle der Querschnittszahlen immer und ohne Umstände genügend klein machen, da solche Tabellen ja selbstredend nur für die Querschnitte der Normalstäbe berechnet und benutzt werden und daher die Abweichungen keine erheblichen sein können. In ganz ähnlich einfacher Weise läfst sich die directe Ablesung der Procentzahlen der Verlängerungen bewirken, wenn man die benutzten Mafsstäbe für die Normallängenmafse dementsprechend theilt; namentlich leicht erreichbar ist dieses Verfahren bei dem Spiegelapparate, da man hier nur die Skala in die betreffende Entfernung zu bringen braucht, um die dieser Ablesung entsprechende Skalenvergröfserung zu erhalten. Auch könnte man hierbei sehr bequem beide Methoden mit einander vereinigen durch eine Skala mit über einander liegender Theilung, sowohl nach Millimetern als auch nach Procenten der Normallänge. Auf diese Weise würden Rechnungsarbeiten mit den daran hängenden Fehlern vermieden. Das vorentwickelte Verfahren ist natürlich auch bei allen Untersuchungen in der Praxis nicht warm genug zu empfehlen, schon aus dem Grunde, weil die argen Selbsttäuschungen, welche Zahlen von scheinbar grofser Genauigkeit hervorzurufen pflegen, vermieden würden.

Wenn früher die Vermuthung ausgesprochen wurde, dafs die Uebereinstimmung der Versuchsresultate von Material einer und derselben Stange in der Nähe der Bruchbeanspruchung und in den Bruchergebnissen selbst nicht eine so präcise sein wird, wie innerhalb der Streckgrenze, so ist dies näher zu entwickeln. Selbst bei praktisch homogenem Materiale werden diese Differenzen schon aus dem Grunde beträchtlicher sein, weil die Zeit und etwaige während des Reckens stattfindende, unbemerkte Erschütterungen einen grofsen Einflufs ausüben. Aufserdem ist kein Material so homogen, dafs ein gröfserer Theil der Länge des Probestabes an dem eigentlichen Recken vor dem Bruche theilnimmt; der gestreckte Theil würde bei einem und demselben Stabe ziemlich gleiche Ausdehnung gehabt haben, wenn der Stab 150^{mm} lang war, als er gehabt haben würde, wenn der Stab die 10fache Länge hatte. Was heifst da eine Dehnung von 20 pCt.? Hier würde das absolute Mafs am Platze gewesen sein. Aber auch dieses wird kein zuverlässiger Index für irgend eine Eigenschaft des Materiales sein, weil ebensowohl Dehnung wie Querschnittscontraction von den geringsten Zufälligkeiten, die innerhalb und aufserhalb der Probe vorkommen können, in sehr bedeutendem Grade abhängig ist; dabei ist die letztere mit Zuverlässigkeit thatsächlich schwer zu messen.

Wenn nun hier auch der Werth der Angabe von Dehnung und Contraction nach der Sachlage herabgesetzt werden mufste, so kann damit nicht gesagt sein, dafs sie werthlos seien; es ist vielmehr dringend nothwendig, alles Material zu sammeln, welches im Stande ist, die Zuverlässigkeit der Versuche zu prüfen, und welches dazu beitragen kann, die Erkenntnifs zu fördern. Aber es drängt diese Betrachtung doch zu der Frage, ob es denn nicht andere, zuverlässigere Merkmale gebe, an welchen man die Eigenschaften des Materiales erkennen kann? Zunächst kann diese Frage nicht anders, als an der Hand des Versuches entschieden werden, aber es läfst sich vermuthen, dafs der folgende Weg vielleicht zum Ziele führen möge; jedenfalls möge man es versuchen.

Dasjenige, woran man nach landläufiger Ueberlegung zunächst denken würde, ist die Elasticitätsgrenze. Aber diese ist nach Einführung der neueren Präcisionsmefsinstrumente fast hinfällig geworden, und man hat sich bemüht, an Stelle derselben die Proportionalitätsgrenze zu setzen, d. h. denjenigen Moment, in welchem die Verlängerung aufhört, proportional mit der Spannung zu wachsen. Was wird aus der Proportionalitätsgrenze werden, wenn die Präcision der Messung noch weiter wächst? Nun, bis dahin wenigstens könnte man es versuchen, ob man nicht mit den elastischen Eigenschaften des Materiales weiter kommt in Bezug auf die Ermittelung seines Werthes als Constructionsmaterial; als solches werden ja aufserdem, oder sollen wenigstens doch, die elastischen Eigenschaften vorwiegend benutzt werden. Trifft die ausgesprochene Vermuthung zu, so würde bei dem schrittweisen Wachsen der Spannung in den Probestäben das Intervall des Wachsthums der Procente der Verlängerung den Mafsstab für die Qualität abgeben. Nach Feststellung derselben würde der Stab bis zum Eintritt des ersten Streckens, der plötzlichen Zunahme der Verlängerung, belastet und dann in schnellem Zusatze der Belastung zu Bruche gebracht werden.

Ein zweiter bereits früher ausgesprochener Vorschlag[1]) bezieht sich auf die Feststellung der Bruchspannung; hierbei sollte der Einflufs der Verlängerung und der Querschnittscontraction gänzlich ausgeschlossen werden. Es kann dies geschehen, indem man die Länge des Probestabes dadurch erreichbar klein macht, dafs man denselben einfach mit dem spitzen Stahl scharf eindreht. Dann kann eine mefsbare Querschnittscontraction nicht erfolgen. Bei solchen Probestäben könnte man mit Leichtigkeit eine gröfsere Zahl von Einkerbungen anbringen und dann in ganz schneller Reihenfolge eine Anzahl von Controlversuchen machen. Da hier eine Verlängerung nicht eintritt, so kann man Maschinen mit directer sehr grofser Hebelübersetzung anwenden und würde, nach dem Aufsetzen eines Anfangsgewichtes, den zum Zerreifsen erforderlichen Rest der Belastung durch einen automatischen Zulauf hinzufügen, der im Moment des Zerreifsens geschlossen wird. Anzunehmen ist, dafs die Ungleichheiten im Material auch durch diese Methode, die ja zunächst noch mit den Elasticitätsproben Hand in Hand gehen könnte, gut zum Ausdruck kommen werden. Jedenfalls scheint die Sache des Versuches werth zu sein.

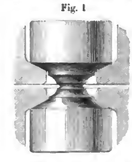
[1]) »Ztschr. d. V. dtsch. Ing.« 1881, S. 564.

Jene Elasticitätsproben erfordern jedoch einen feinen Apparat und eingeschulte Beobachter, so dafs es sehr wohl nothwendig sein würde, derartige Untersuchungen in vollkommen eingerichteten und mit Präcisionsapparaten versehenen Prüfungsstationen vorzunehmen. Es würde sicherlich genügen, wenn man später für die Feststellung der Qualität von Schienenlieferungen stets nur zwei oder drei Schienen, welche auf Grund der soeben beschriebenen Zerreifsversuche und der mit diesen Hand in Hand gehenden Schlagproben ausgewählt würden, auf ihre elastischen Eigenschaften prüfte. Die zweite Methode würde in der Praxis sehr leicht anwendbar sein, wenn sie gleichzeitig einen Mafsstab über die Zähigkeit resp. Sprödigkeit des Materiales geben könnte. Das wird kaum zu erwarten sein. Aber es würde für die Eisenbahnmaterial-Lieferungen ausreichend sein, wenn man neben den hier vorgeschlagenen Zerreifsproben die alte und durchaus nicht zu verachtende Schlagprobe einführen wollte. Der Hauptvorzug eines solchen Systems würde der sein, dafs beide Proben schnell und mit so wenig Umständen auf dem Werke selbst ausgeführt werden können, dafs sie für jede Bessemercharge in Anwendung zu bringen sind. Und geben sie auch in den Acten der Eisenbahn-Verwaltungen zwei schöne Zahlen für jeden Festigkeitsversuch weniger, nämlich diejenigen für die Contraction und die Verlängerung, so würden sie darum höchst wahrscheinlich nicht weniger zuverlässig sein als die früheren genauen (?) Resultate.

Die Anwendung der Schlagprobe für jede Charge hat thatsächlich keine grofsen Schwierigkeiten, das Verfahren wird auf vielen Werken geübt. Diese Proben würden vielmehr in Ansehen geblieben sein, wenn man ihnen dieselbe Sorgfalt zugewendet hätte, welche man den Zerreifsproben geschenkt hat. Der Nachweis dessen wurde früher, wenn auch nicht erschöpfend, zu führen gesucht (vergl. »Annalen für Gewerbe und Bauwesen« 1880, No. 63); die in dieser Quelle gegebenen Diagramme lassen klar genug die Zuverlässigkeit der Schlagprobe erkennen. Sie würden eine bei Weitem überzeugendere Kraft haben, wenn es möglich gewesen wäre, über die Natur der einzelnen Probestücke etwas mehr zu erfahren; es fehlten aber Angaben über den Chargengang, Bruchaussehen etc. ebenso sehr als vergleichbare Festigkeitsversuche aus demselben Materiale.

Was die Ausführung der vorgeschlagenen Zerreifsproben betrifft, so ist dieselbe eine so einfache und leichte Sache, dafs auch ein nur wenig geübter Beobachter sie handhaben kann. Die Maschinen werden, wie gesagt, einfach, und ebenso einfach gestaltet sich die Herstellung der Probestücke, indem man dieselben auf der Drehbank mit Hülfe von Façonstählen zurichtet; hierbei wird man vielleicht nur die konischen Flächen bearbeiten, die Köpfe in rohem Zustande belassen und den fertigen Probekörper in ein Paar umgreifender Klauen einspannen, wie neben skizzirt. Solche Körper lassen sich mit leichter Mühe sehr genau herstellen; es hat keine Schwierigkeit, den Durchmesser des Zerreifsquerschnittes auf einer gewöhnlichen Drehbank mit jedem gewünschten Grad von Genauigkeit in allen Proben übereinstimmend zu machen; dazu bedarf man nur der neben skizzirten einfachen Werkzeuge. Fig. 2, 3, 4 sind die Formen der erforderlichen Drehstähle, wie sie nacheinander zur Anwendung kommen; Fig. 5 stellt die Normalprobeform dar; Fig. 6 zeigt die Form der Mafsleeren, deren mehrere von verschiedenem, aber nur wenig von einander abweichendem Mafswerthe vorhanden sein können;

Fig. 1



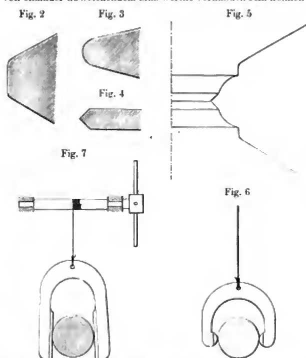


Fig. 7 endlich zeigt den Controltaster, welcher wie die vorerwähnten Mefswerkzeuge an einem feinen Faden aufgehängt ist, der zum Unterschied von den früheren um eine dünne Welle geschlungen wird, so dafs der Taster beliebig langsam auf die Probe niedergelassen werden kann. Einfacher und zuverlässiger kann eine Einrichtung kaum gedacht werden, als die vorgeschlagene, und es mag daher nochmals dringend empfohlen sein, wenigstens den Versuch damit zu machen.

Es würde für heute zu weit führen, wenn auch noch die Ermittelung der übrigen, eingangs genannten Eigenschaften von Stahl und Eisen ebenso ausführlich besprochen werden sollte; die Sache ist jedoch nicht weniger wichtig, nicht weniger dringend und nicht weniger interessant, als der bis jetzt besprochene Theil, und das demnächst Nachfolgende wird den Beweis zu bringen suchen, dafs es durchaus nothwendig erscheinen mufs, das Untersuchungsgebiet gerade auf dem Felde der Untersuchung der Texturverhältnisse und der physikalischen Eigenschaften ganz wesentlich auszudehnen.

Diese Zeilen würden ihren Zweck erfüllt haben, wenn sie die Frage der Organisation einer gemeinsamen umfassenden Inangriffnahme einer statistischen Untersuchung derjenigen Industrieproducte in Flufs gebracht haben würden, welche ihrer Bedeutung nach zu den mächtigsten Hebeln des culturellen Fortschrittes gezählt werden müssen. Wegen etwaiger Lücken und Mängel in der Entwickelung des Themas mufs um gütige Nachsicht gebeten werden.

Tiefbauanlagen des Siegener Eisenstein-Bezirkes.

Von **Heinrich Macco,** Ingenieur in Siegen.

(Hierzu Tafel IX.)

(Fortsetzung von Seite 74.)

Grube Glücksbrunnen.

Diese Tiefbauanlage wurde in den Jahren 1869 und 1870 entworfen und ausgeführt.

Wie aus den Zeichnungen auf Tafel IX ersichtlich, ist dieselbe vollständig unterirdisch angeordnet; die Gründe waren folgende: Die für den bergmännischen Betrieb der Grube günstigste Lage des Schachtes wurde bei Punkt *A* des zugehörigen horizontalen Schnittes durch den Förderstolln der Grube bestimmt. Linie *BC* dieses Schnittes giebt eine Kluft von circa 3m Stärke an, in welcher sich vielfach sogenanntes wachsendes Gestein vorfindet. Wegen der Gefährlichkeit desselben war es dringend wünschenswerth, dafs der Schacht diese Kluft nicht kreuzte.

Wie aus der Richtung des Pfeiles ersichtlich, entfernt sich diese Kluft unter der Horizontalen des Schnittes in einem Winkel von 70°, während sie den Schacht, wenn derselbe von Tage aus abgeteuft worden wäre, durchschnitten hätte. Dieser Umstand mufste möglichst vermieden werden; andererseits wäre aber, wenn der Schacht so weit abgesetzt worden wäre, dafs er die Kluft nicht mehr traf, der Betrieb der Grube ein sehr ungünstiger geworden.

Hierzu kam, dafs die Höhe des Gebirges über der Stollnsohle, auf welche die Anlage jetzt fördert, noch 80m betrug und dafs, wenn wirklich dieser todte Schacht durchgeführt worden wäre, die oberirdische Anlage an einem sehr steilen Gehänge und in einer sehr unwirthlichen, schlecht zugänglichen Gegend zu liegen gekommen wäre. Das Gebirge ist Grauwackenschiefer.

Also sowohl bergmännische als Betriebsverhältnisse und endlich finanzielle Gründe waren bei der Disposition für diese Art der Anlage ausschlaggebend, trotzdem die Entfernung des Schachtes vom Stollnmundloch immer noch circa 1000m beträgt. Man hoffte anfangs, dafs die für die Maschinen und Kessel auszubrechenden Räumlichkeiten ohne Ausmauerung genügende Sicherheit bieten würden, und zwar um so mehr, als man bestrebt war, durch Trennung der Haupttheile die einzelnen Räume möglichst klein zu halten. Bei der Ausführung entstanden an einzelnen Stellen Zweifel; man entschlofs sich daher, um ganz sicher zu gehen, alle Räume ein für alle Mal in gutes, sicheres Mauerwerk zu setzen. — Die ganze Anlage wurde auf eine Tiefe von 100 Lachter (200m) unter Stollnsohle projectirt; die einzelnen Abbausohlen sollten zunächst in einem Abstand von 15 Lachter unter einander angelegt werden. Eine genaue Grundlage war weder für die zu erwartende Förderung, noch für die Wasserhaltung gegeben, es wurden für diesen Zweck die damals hier allgemein landläufigen Maschinen angeschafft. Diese Maschinen bieten daher auch bei dieser Anlage weniger Interesse, als die allgemeine, sehr gedrängte Anordnung und die Benutzung aller eben verfügbaren Räume für Verbindungen, Canäle und Leitungen, endlich dürfte die Ventilation der Räumlichkeiten von Interesse sein. Die liegende Zwillingsfördermaschine hat 260mm Cylinderdurchmesser bei 520mm Hub, das Vorgelege zu den cylindrischen Seiltrommeln hat eine Uebersetzung von 1 : 5; letztere haben 1885mm Durchmesser und 550mm lichte Weite; die Seilrollen haben 1570mm Durchmesser. Die Förderung wird mit einer Geschwindigkeit von 0,8 bis 1,1m pro Secunde bewirkt. — Die doppelt und direct wirkende Wasserhaltungsmaschine hat 630mm Cylinderdurchmesser bei 1885mm Hub, Steuerung mit zwei Katarakten und Condensation; dieselbe wurde mit einem Drucksatz von 290mm Durchmesser und 1885mm Hub versehen und sollte für eine Teufe von 200m genügen.

Die zur Speisung der Kessel neben dem Injector vorhandene Dampfpumpe sollte 60l Wasser pro Minute den Kesseln zuführen können.

Die 2 Kessel selbst sind Siederohrkessel, bestehend aus je einem Ober- und einem Unterkessel; jeder hat ein Gewicht von 6200kg bei einer Heizfläche von 39,14qm.

Wie aus den Zeichnungen ersichtlich, ist der Hauptstolln unter den vorhandenen Grubengleisen mit einem Canal versehen. Das Wasser der Wasserhaltungspumpen fliefst in diesen Canal und von demselben werden zugleich das Bassin für das Condensationswasser, sowie das in dem Verbindungsgang zwischen Kessel- und Maschinenraum in der Sohle liegende Bassin für Speisewasser gespeist. Letzteres erhält das Wasser durch einen längeren, mit mehreren Ueberläufen versehenen Canal, der in der Sohle des Ganges neben den Kesseln liegt, aus dem Hauptstollncanal zugeführt. Für die Ventilation ist neben dem Schornsteinschacht, der bis zu 13m über Tage aufgeführt ist, ein besonderer Wetterschacht gebrochen und ausgemauert; derselbe geht von dem Scheitel des Gewölbes im Kesselraum ab. Da dieser Punkt, mit Ausnahme des Raumes für das Fördergerüst, der höchste der Anlage ist und von dem oberen Theil des Maschinenraumes eine besondere Verbindung, in welcher die Dampfröhren und die Vorwärmer liegen, mit diesem Raume hergestellt wurde, so hoffte man hiermit eine genügende Ventilation und eine gemäfsigte Temperatur zu erhalten.

Ueber die jetzige Leistungsfähigkeit und die Resultate dieser Anlage geben die folgenden Mittheilungen des heutigen Betriebschefs der Grube zuverlässigen Anhalt.

Die Fördermaschine hatte in den beiden letzten Jahren durchschnittlich zu heben:

Auf eine mittlere Höhe von 82m ein jährliches Eisensteinquantum von rund 15 000 000kg, somit Jahresleistung . . .	1 230 000 000mkg,
auf eine mittlere Höhe von 40m im Ganzen jährlich 1 300 000kg Berge, somit Jahresleistung	52 000 000 »
auf eine mittlere Höhe von 82m täglich 110 Arbeiter mit einem Gewicht von 7700kg, somit in 300 Arbeitstagen 2 310 000kg, Jährliche Leistung der Maschine bei der Personenförderung rund	190 000 000 »
somit Gesammtleistung der Fördermaschine rund	1 500 000 000mkg.

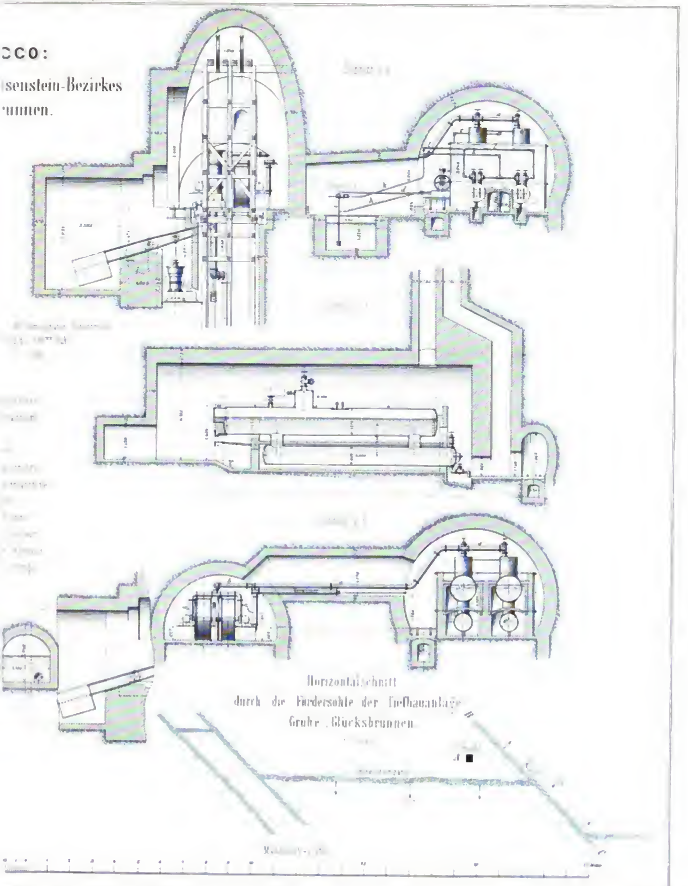
Die Fördermaschine ist im Stande, bei flottem Betriebe pro Stunde 15 000kg auf eine mittlere Höhe von 82m zu heben, wobei die Stillstände für Anschlagen und Abziehen der Fördergefäfse berücksichtigt sind.

Bei täglich zehnstündigem Betriebe — während der Nacht wird wegen der Aufbereitung nicht gefördert — würde also die Maschine 150 000kg auf eine Höhe von 82m zu heben im Stande sein, vorausgesetzt, dafs die Förderung entsprechend

Heinr. Ma

Tiefbauanlage des Siegener I

II Grube Glücksb



Lith. Anst. Berlin

organisirt wäre und abnorme Unterbrechungen vermieden würden. — Gegenwärtig ist die Fördermaschine täglich etwa 6 Stunden im Betrieb, die Pausen mit eingerechnet; sie ist in dieser Zeit lange nicht nach ihrer vollen Leistungsfähigkeit in Anspruch genommen, da durchschnittlich nur etwa 60 000kg pro Tag auf die angegebene mittl. Höhe von 82m gehoben werden.

In verhältnifsmäfsig noch weit geringerem Mafse, als die Fördermaschine, ist die Wasserhaltungsmaschine in Anspruch genommen. Diese hat täglich annähernd 50cbm Wasser = 50 000kg auf eine Höhe von 112m zu heben. Die tägliche Betriebszeit beträgt durchschnittlich 2,3 Stunden. Die jährliche Leistung der Maschine berechnet sich auf rund 2 000 000 000mkg.

Die Gesammtleistung der Förderungs- und Wasserhaltungsmaschine beträgt pro Jahr 3 500 000 000mkg. Der jährliche Kohlenverbrauch dagegen beträgt 265 000kg.

Hieraus berechnet sich ein Kohlenverbrauch von circa 19kg pro Stunde und effective Pferdekraft. — Dieses Resultat erscheint aufserordentlich ungünstig; es läfst sich aber, ohne dafs man der Maschinenanlage einen Vorwurf zu machen braucht, aus der mangelhaften Ausnutzung der Maschinen und Kessel erklären.

Nach den angestellten Temperaturmessungen beträgt die Temperatur:

a) Im Kesselraum:
1. Im Scheitel des Gewölbes über den Kesseln 43° R.
2. Auf dem Heizerstand vor den Kesseln . . 21° »

b) Im Maschinenraum:
Auf dem Stand des Führers in der Sohle . 23,5° »
» » » » » » Brusthöhe . 28° »
Bei dem Fördergerüst, etwa 3m unter den Seilscheiben . . . . 36° »
Bei dem Fördergerüst in der Höhe der Seilscheiben . . . . etwa 40° »

Eine Ermäfsigung der Hitze im Maschinenraum wurde angestrebt und auch theilweise schon erreicht durch sorgfältige Einhüllung der Dampfleitungen; es wird noch Weiteres zu erreichen gehofft durch die Einhüllung der Dome und aller Abdampfleitungen. Die einzigen bis jetzt beobachteten Uebelstände der Anlage sind die hohe Temperatur im Maschinenraum und bei den Seilscheiben, und die durch die unterirdische Anlage bedingte Schwierigkeit gröfserer Reparaturen an den Kesseln und Maschinen. Die im vergangenen Sommer für nothwendig erachtete Auswechselung der Siederöhren der beiden Kessel kostete ohne die Mauerung annähernd 2500 ℳ.

Gewifs ist, dafs diese Resultate den Techniker nicht sehr befriedigen werden. Die Bedingung, eine unterirdische Anlage herzustellen und die Unsicherheit der Aufgaben für Förderung und Wasserhaltung würden aber auch heute noch schwerlich eine wesentlich rationellere Lösung finden. Eine direct wirkende Fördermaschine ist unanwendbar wegen der geringen Seilgeschwindigkeit und der geringen Höhe der Seilscheiben über der Ausfahrsohle, oder sie würde ungemein kostspielige Dimensionen ergeben.

Gröfsere Seiltrommeln und Seilscheiben würden wohl genommen, wegen ersterer aber auch das Uebersetzungsverhältnifs der Zahnräder gröfser gemacht werden müssen. Das geförderte Wasserquantum könnte zur Noth ohne besondere Wasserhaltungsmaschine durch die Fördermaschine bewältigt werden; in diesem Falle würde aber keinerlei Reserve vorhanden sein, der Betrieb der Förderung leicht gestört werden und der geringste Unfall die ganze Grube still legen.

Ob man ferner bei dem geringen Wasserquantum die grofsen Kosten einer Kley'schen Maschine anlegen dürfte, erscheint gleichfalls fraglich. Die Feuerung der Kessel würde nach der heutigen Erfahrung wohl verbessert angelegt werden können.

Die ganze Anlage hat incl. Maschine, Kessel, Pumpen, Gestänge, Ausbrechen der Räume, der Ausmauerungen und incl. Ausbau von 20m Schacht ca. 75000 ℳ gekostet. Hieran betheiligten sich die

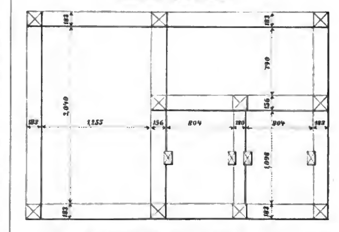
Fördermaschine, Kessel und Dampfpumpe mit	8 910 ℳ
Grobe Kesselgarnitur und Vorwärmer mit .	1 314 »
Dampf- und Wasserleitung hierzu	1 557 »
Die compl. Wasserhaltung mit Condensator und Drucksatz	12 255 »
Die Rohrleitung u. s. w. dazu excl. Steigerohre und Gestänge	912 »
Die Kessel in der Grube zusammengenietet kosteten ohne Garnitur . . . . . rund	6 600 »

Da diese Anlage seiner Zeit als den Verhältnissen entsprechend gelungen erschien, wurde sie in ähnlicher Form mit denselben Maschinen noch ein Mal unterirdisch und ein Mal über Tage zur Ausführung gebracht. Erstere Anlage ergab bei der Ausführung ganz ähnliche Kosten, während die oberirdische Anlage nahezu 40 000 ℳ mehr kostete.

Die beiden bisher vorgeführten Anlagen ergaben, dafs die Maschinenkräfte bis auf den heutigen Zeitpunkt noch nicht genügend ausgenutzt sind, dafs also die Annahmen dafür zu hohe waren, oder dafs die erwartete Leistungsfähigkeit der Grube bis heute nicht erzielt wurde.

Zum Vergleich hiermit möchte ich nun, ohne auf die Gesammtanlage einzugehen, den Schacht einer der ältesten Tiefbauanlagen im Siegener Reviere und seine heutige Leistung anführen. Es ist der Schacht der Grube Neue Haardt bei Siegen, dessen Abmessungen nebenstehende Skizze zeigt. Die Anlage wurde ausgeführt in den Jahren 1857/58.

Schacht Neue Haardt.



Die erste eincylindrige Fördermaschine mit Vorgelege arbeitete bis zum Jahre 1877, alsdann wurde sie mit einer Zwillingsfördermaschine vertauscht, die allerdings mit konischen Seilkörben, aber gegen meinen Wunsch und Rath mit Vorgelege von der Maschinenwelle auf die Körbe versehen wurde.

Die alte liegende und direct wirkende Wasserhaltungsmaschine, deren Cylinder vor einigen Jahren erneuert wurde, thut auch heute noch genügende Dienste. Die ersten Dampfkessel, zwei einfache Walzenkessel, sind allmählich gegen Siederohrkessel mit Gasfeuerung umgetauscht worden.

Auf dem gegen die vorhergehenden Anlagen kleinen Schachte wurden nun 1881 gefördert:

Spatheisenstein . . .	556 340^{kg}
Rotheisenstein	29 760 660^{kg}
	30 317 000^{kg}

und zwar zu $^2/_3$ aus einer Teufe von 200^m und zu $^1/_3$ aus einer Teufe von 155^m bei 300 Arbeitstagen und zwölfstündiger täglicher Förderung. Die frühere Seilgeschwindigkeit war 0,94^m, während sie bei der neuen Maschine zwischen 2 und 3^m schwankt.

Die einzelne Nettoförderlast beträgt 400^{kg}. Die Wasserhaltungsmaschine hat ein tägliches Quantum von 35 000 bis 40 000^{kg} Wasser aus einer Teufe von 80^m und 15 000 bis 20 000^{kg} aus einer Teufe von 200^m zu heben. Der Kohlenverbrauch beträgt circa 60 000^{kg} monatlich, von denen aber wegen der Gasfeuerung $^1/_3$ geringwerthige Schlammkohlen sind.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber die Präcisionssteuerung Patent Proell und ihre verschiedenen Anwendungen und Combinationen.

Von Dr. **Proell & Scharowsky**, Ingenieurbüreau, Dresden.

(Hierzu Tafel X.)

Das Capitel der Präcisionssteuerungen für Dampfmaschinen hat in neuerer Zeit seit Verbreitung der Corlifs- und Sulzermaschinen eine die Bedeutung derselben fast übersteigende Beachtung seitens der Maschinenconstructeure gefunden. Geleitet von der an sich richtigen Erkenntnifs, dafs im Betriebe der Dampfmaschinen, namentlich bei wechselnder Belastung, grofse ökonomische Vortheile durch die automatische Einwirkung des Regulators auf die Expansion erreicht werden[1]) und dafs eine exacte und möglichst vollkommene Regulirung in Anbetracht der hohen Anforderungen, welche heute zu Tage an die Fabrikation gestellt werden, geboten sei, hat man das von Corlifs zuerst allgemein angewandte Auslösungsprincip weiter ausgebildet und auf dieser Basis mit mehr oder weniger Glück eine grofse Anzahl Präcisionssteuerungen mit Auslösungsmechanismus erdacht. Zu diesen gesellen sich in neuester Zeit die durchweg zwangläufig geführten, vom Regulator beeinflufsten Steuerungen, deren Hauptrepräsentanten Collmann und Hartung sind. Es ist eine eigene Erscheinung, dafs sich neben der grofsen Anzahl dieser Präcisionssteuerungen die seit Jahren gebaute und allgemein beliebte Meyer-Steuerung mit von Hand verstellbarer Expansion und Drosselregulirung behauptet, und hat dies wohl hauptsächlich darin seinen Grund, dafs die Meyer-Steuerung sich durch grofse Einfachheit in der Construction und Billigkeit in der Herstellung auszeichnet und überall da die Concurrenz mit der Präcisionssteuerung aufnehmen kann, wo die Belastung der Maschine im Betriebe eine gleichmäfsige ist.

Andererseits ist es aber eine Thatsache, dafs sich eine Maschinenfabrik nach der anderen beeilt, ein Präcisionssteuerungs-System zu adoptiren; manche sagen, weil es Mode ist. Es mag in dieser Behauptung etwas Wahres liegen. Der alleinige Grund scheint es aber nicht zu sein, vielmehr möchten wir den Drang nach Vervollkommnung als das leitende Motiv bezeichnen; denn ungeachtet der Vorzüge der Meyer-Steuerung ist über diese doch die für alle Fälle mit Vortheil anwendbare Präcisionssteuerung zu stellen. Vervollkommnung und Complication geht oft Hand in Hand. Im Streben nach ersterer fallen wir der letzteren in die Arme und erst nach hartem Kampf, nach theuer erkauften Erfahrungen nähern wir uns Schritt für Schritt der einfachen und naturgemäfsen Lösung des Problems.

Wir erkennen in dem allgemeinen Ringen und Schaffen auf diesem Gebiete ein Uebergangsstadium, in welchem wir uns befinden und aus dem heraus wir uns auf eine vollkommenere Stufe herausarbeiten, bei welcher die an sich nicht zu beseitigende Complication hinsichtlich ihrer Ausdehnung in harmonischen Einklang mit dem zu erfüllenden Zweck gesetzt wird.

In der von uns ausgearbeiteten Präcisionssteuerung, Patent Proell, glauben wir nun einen Beitrag zu erkennen, der geeignet ist, einen Schritt weiter auf dem Wege zur gewünschten Einfachheit und Zuverlässigkeit zu führen. Das bereits in den älteren Proell'schen Constructionen[1]) allgemein bekannt gewordene Princip der Vereinigung des Regulators mit einem Theil des Auslösungsmechanismus zu einem für die Specialfabrikation geeigneten, geschlossenen Ganzen ist neuerdings in eine so einfache, leicht übersehbare constructive Form gekleidet, dafs wir des Beifalls unserer Fachgenossen gewifs sind.

Eine nothwendige Folge dieser Vereinigung und Abtrennung der Dampfvertheilungsorgane ist die freie Wahl letzterer. Während die ursprüngliche Corlifssteuerung untrennbar von Drehhähnen, die Sulzer- und Collmannsteuerung untrennbar von Ventilen ist, gestattet unsere Präcisionssteuerung bei geringer Veränderung die Anwendung sowohl von Ventilen, als Schiebern, als Hähnen, sowohl die getrennte Anordnung von 4 Dampfvertheilungsorganen, als diejenige eines Vertheilungsschiebers in Combination mit einem Expansionsventil.

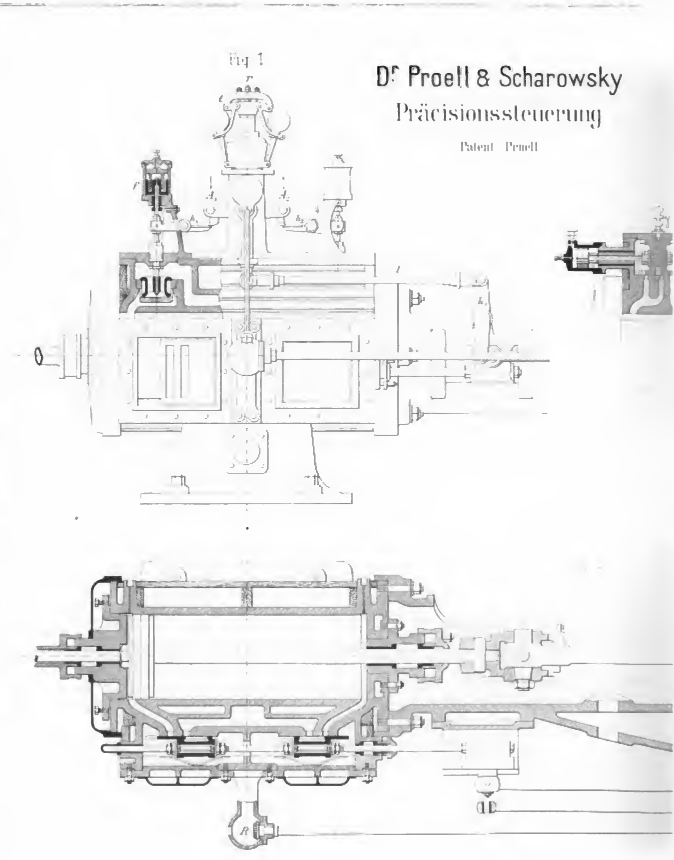
Ein fernerer Vorzug in der von uns gewählten neueren Construction besteht in der leichten Uebersichtlichkeit und Justirung der Steuerung, die weit weniger Intelligenz verlangt, als diejenige der Meyer-Steuerung, und in der Reduction aller übertragenden Theile, als Hebel, Bolzen u. s. w. auf das geringste, schlechterdings nicht zu entbehrende Mafs.

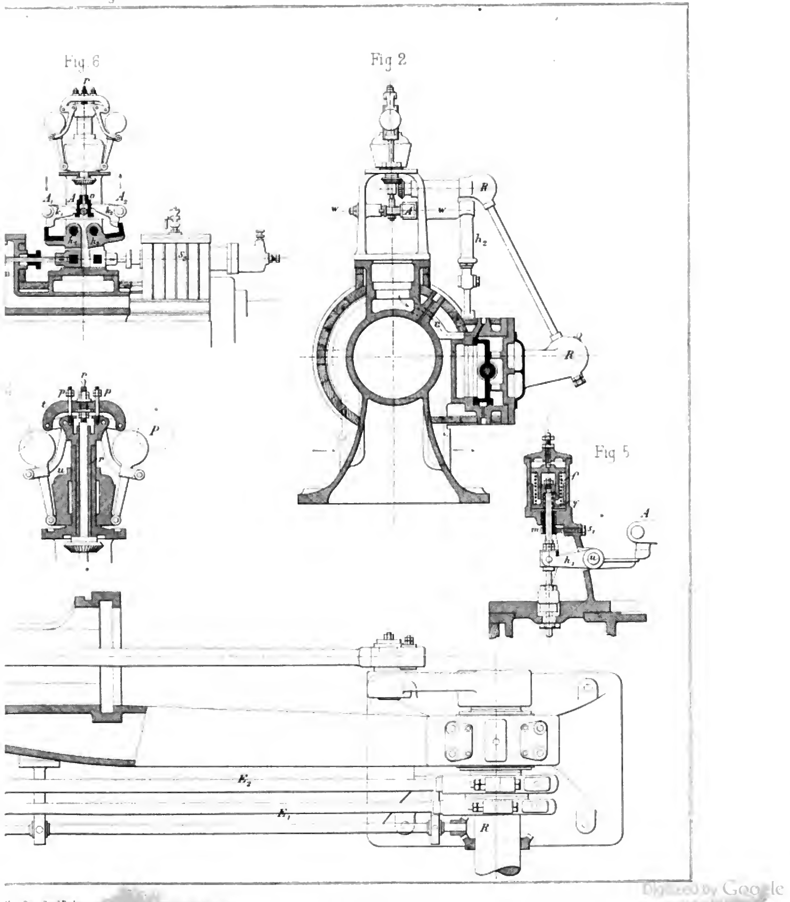
Wir geben auf Taf. X die Zeichnung einer nach Proell'schem Patent, D. R.-P. No. 16171, construirten Ventilmaschine.

Es ist zunächst erkenntlich, dafs der Regulator mit dem unter ihm angeordneten Steuerungs- und Auslösemechanismus auf Mitte Cylinder steht. Der Mechanismus, auf der Tafel X in Fig. 6 erkenntlich, besteht aus einem zweiarmigen Hebel *A*, der um eine horizontale, im Ständer des Regulators gelagerte Welle *w* durch ein Excenter in oscillatorische Bewegung versetzt wird. An dem Hebel *A* sind drehbar in A_1 A_2 2 Klinken k_1 k_2 aufgehängt, welche nach beiden Seiten direct die Einlafsventile, Fig. 1, bethätigen. Das frei überhängende Ende der Klinken ruht mittelst Nasen auf dem Ansatz eines die Welle *w* umgreifenden, gabelförmigen Verstellungstückes *o*, welches direct an der Regulirstange *r* des Regulators aufgehängt ist.

[1]) Vergl. Jahrg. 1881 dieser Zeitschrift: »Ueber die durch Expansionsregulirung bei den Dampfmaschinen zu erreichenden Vortheile von Dr. R. Proell«, S. 403 u. ff.

[1]) Vergl. Jahrgang 1879 der Zeitschrift, S. 385 und Jahrgang 1880, S. 425.

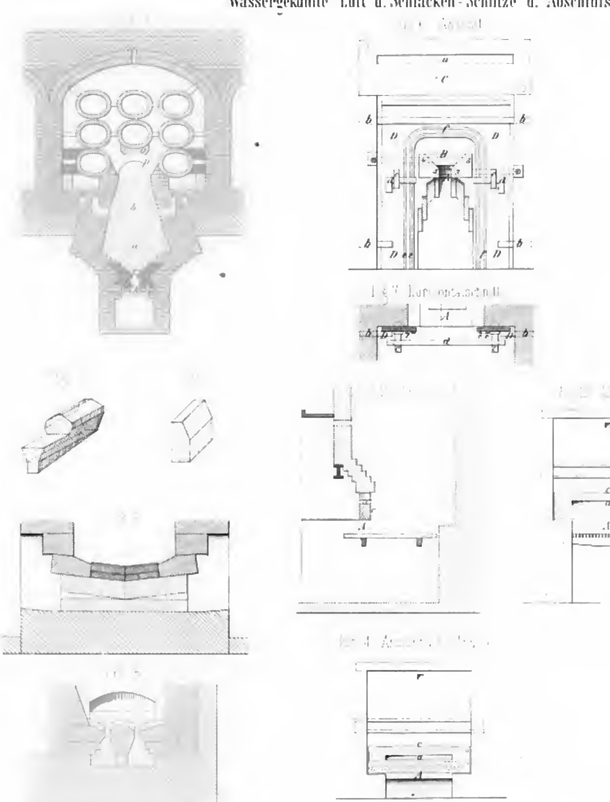

Fig 1
Dr. Proell & Scharowsky
Präcisionssteuerung
Patent Proell



Veit, Burg-Str. 6 Berlin

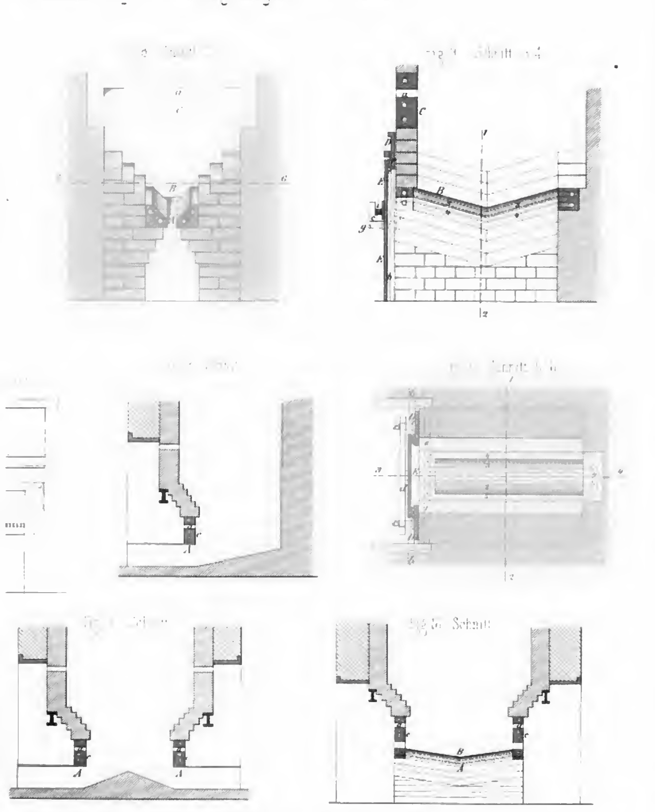
Fritz L

Wassergekühlte Luft u. Schlacken-Schlitze u. Abschlufs



ürmann:

der Luftzuführung für Feuerungsanlagen u. Generatoren.



Infolge der eigentümlichen Gestalt und Aufhängung der Klinken haben die Stahlnasenkanten die Tendenz, bei der Oscillation des Hebels sich in den in der Zeichnung Fig. 1 punktirten Bögen zu bewegen. Ist z. B. in Fig. 1 die linksliegende Klinke im Abwärtsgange begriffen, so öffnet diese zunächst das Ventil, bis infolge der schrägen Lage des Bewegungsbogens die Stahlnasen einander verlassen und der Schlufs des Ventils durch die in dem Luftpuffercylinder eingeschlossene Spiralfeder *f* erfolgt. Die rechts liegende Klinke ist dabei wirkungslos in die Höhe gegangen, ihrer zwangläufigen Bewegung folgend. Tritt eine Umkehr in der Oscillation des Hebels ein, so geht die linke Klinke wieder aufwärts, wobei sich ihre Stahlnasenkante in demselben Bogen aufwärts bewegt. Dies thut sie so lange, bis sie am Ventilhebel Stützung findet, worauf dann sämmtliche Punkte der Klinke nahezu eine verticale Bewegung erhalten und das frei überhängende Ende der Klinke sich vom Ansatz *o* abhebt (vgl. Fig. 6). Sobald diese Stützung aufhört, was in der in Fig. 1 dargestellten Lage stattfinden würde, fällt die Klinke vermöge ihrer eigenen Schwere auf den Ansatz zurück. Nunmehr wiederholt sich das eben beschriebene Spiel auf der anderen Seite, indem die rechtsliegende Klinke das rechte Ventil zu heben beginnt. Durch Hebung und Senkung des Verstellungsstückes *o* durch den Regulator wird der Bewegungsbogen der Stahlnasenkanten der Klinken mehr oder weniger nach dem Ende des Ventilhebels verlegt und dadurch eine frühere oder spätere Auslösung bewirkt.

Eine Folge der eigentümlichen Bewegung und Form der Klinken ist es, dafs nicht allein die Stahlnasen selbst bei geringen Füllungen noch breit aufsetzen, wodurch eine vorzeitige Abnutzung verhindert wird, sondern dafs auch das Verstellungsstück *o* nur einen kleinen Weg zurückzulegen hat, um ganz bedeutende Variationen in der Füllung zu ermöglichen. Bei mittelgrofsen Maschinen beträgt dieser Weg ca. 15mm. Eine weitere Folge davon ist die Hubübersetzung im Regulator zur Erzielung gröfstmöglicher Energie bei Verwendung kleiner compendiöser Regulatoren, nach Proell's bewährtem Patentsystem construirt. Wie aus Fig. 4 ersichtlich, ist die durch die hohle Regulatorspindel geführte Regulirstange r an einer Traverse *t* aufgehängt, die ihre Bewegung von 2 Ansätzen erhält, mit denen die oberen Hängeschienen des Regulators versehen sind. Tritt z. B. bei 1/50 Tourenänderung in der Regulator-Urne eine Energie von 1kg ein, so resultirt in der Regulirstange infolge vierfacher Uebersetzung eine Energie von 4kg, ein sehr bedeutender Werth, der die präciseste und schnellste Verstellung der Expansion, ungehindert durch Reibungswiderstände, und daher auch exacteste Regulirung zur Folge hat.

Die bekanntlich bei kleinen Ventilhüben mangelhafte Wirkung des Luftpuffers ist durch Anbringung einer steifen Spiralfeder *q*, siehe Fig. 5, auf welche der Luftpufferkolben im letzten Moment aufsetzt, so vervollständigt, dafs das Ventil bei allen Hüben sanft in den Sitz setzt, was zur Schonung des Ventils und zum ruhigen Gange der Maschine viel beiträgt. Durch die Mutter *m* kann der Spiralfeder *q* die geeignetste Federung von aufsen ertheilt werden; s_1 ist eine Fixirungsschraube.

Als Auslafsorgane sind zwei getrennte Muschelschieber, Fig. 3, gewählt, welche sich seitlich am Cylinder befinden und direct durch das Excenter E_2 gesteuert werden. Die tiefe Lage der Schieber ermöglicht selbstthätigen Abflufs des Wassers aus dem Cylinder, wie aus Fig. 2 ersichtlich. Durch einen im Querschnitt Fig. 2 erkenntlichen Canal *c* steht der Schieberkasten unter Dampfdruck. Die Schieber werden also angeprefst und ist ein Abklappen derselben nicht möglich.

Statt der Auslafsschieber können natürlich auch Auslafsventile gewählt werden. Die Wahl ersterer scheint uns aber insofern den Vorzug zu verdienen, als die Bewegung derselben mittelst Excenter in unmittelbarster Weise vor sich gehen kann. Die Steuerung der Auslafsventile erfordert noch eine Hebelverbindung mit zwischen gelegter Welle und Uebertragungsbolzen. Die mit der Zeit an diesen entstehende Abnutzung kann eine Veranlassung mehr zu Störungen und zur Verschlechterung der Dampfvertheilung im Cylinder geben. Durch Anwendung von Auslafsschiebern gewinnt das System auch wesentlich an Ruhe und Aussehen. Auch wird durch dieselben der schädliche Raum nicht vermehrt.

Der Regulator wird durch Räder *R* angetrieben, welche an den exponirten Stellen in kugelförmigen Gehäusen eingeschlossen sind.

Der Präcisionsmechanismus wird durch ein besonderes Excenter E_1 angetrieben, welches zur Erreichung eines Maximalfüllungsgrades von 3/4 des Hubes um 60° gegen die Kurbel versetzt aufgekeilt ist. Die Bewegung des Excenters E_1 überträgt sich durch den zweiarmigen Hebel h_1, Lenkerstange *l* und Hebel h_2 auf den Steuerungshebel *A* des Expansionsapparates. Die Steuerung der Ein- und Auslafsorgane durch 2 Excenter macht das System im hohen Grade geeignet zur Umänderung von Schiebermaschinen in Maschinen mit Präcisionssteuerung durch Auswechselung des Cylinders, da erstere in den meisten Fällen schon mit 2 Excentern versehen sind.

Eine Maschine in vorstehend beschriebener Gestalt von 400mm Cylinder-Durchm. und 1000mm Hub, 50 Umdrehungen pro Minute, ist von Ludw. Löwe & Co. in Berlin mit der dieser Fabrik eigenartigen Accuratesse ausgeführt und in der neuen Fabrik des Hrn. Pianofortefabrikanten Bechstein in Berlin aufgestellt worden; wir hoffen, demnächst Betriebsresultate und Indicatordiagramme dieser Maschine mittheilen zu können.

Wassergekühlte Luft- und Schlacken-Schlitze und Abschlufs der Luftzuführung für Feuerungsanlagen und Generatoren.

Von **Fritz Lürmann**, Ingenieur in Osnabrück.

(Hierzu Tafel XI.)

Ihren Luftzutritt haben die gewöhnlichen Rostfeuerungen an einer, die Gasfeuerungen an zwei Stellen; immer aber ist eine Luftzuführungsstelle zugleich Träger des zu oxydirenden Brennmaterials und Schlackenabführungsstelle. Als solche dienten bis vor wenigen Jahren nur die unendlich vielen Constructionen von Rosteinrichtungen.

Die Menge der atmosphärischen Luft, welche durch die Rosteinrichtungen in das zu oxydirende Brennmaterial gelangt, hängt zunächst ab von der sog. freien Rostfläche, d. h. von der Gröfse der Lufteintritte zwischen den Roststäben.

Die Menge der atmosphärischen Luft, welche durch die freie Rostfläche eintreten kann, hängt ab von dem kleinsten

Querschnitt, welchen die ganze Anlage an irgend einer Stelle hat und welche im Fuchs des Ofens, in dem Fuchscanal zum Kessel, unter diesem, im Canal zum Schornstein, gewöhnlich aber vor dem letzteren liegt und durch eine Schieber- oder dergleichen Einrichtung, dem Bedürfnifs entsprechend, vergröfsert oder verkleinert werden kann.

Die Menge der atmosphärischen Luft, welche durch die freie Rostfläche eintreten kann, hängt ferner ab von der Geschwindigkeit, mit welcher sich die Luft, die Gase, die Verbrennungsproducte, veranlafst durch den Zug des Schornsteins, voranbewegen.

Es giebt für jede Ofenanlage eine Geschwindigkeit des Zuges, eine Schieberstellung, eine Regulirung des Querschnittes der Durchgangsöffnung für die Verbrennungsproducte, bei welcher diese Anlage die günstigsten Resultate der Arbeit im Verhältnifs zum Brennmaterialverbrauch giebt. Dieser Schieberstellung entspricht denn auch eine für die Zeiteinheit bestimmte Menge Luft, welche durch die sog. »freie Rostfläche« in das Brennmaterial geführt wird.

Macht man nun diese »freie Rostfläche« verhältnifsmäfsig grofs, so tritt die bestimmte Luftmenge auf einer grofsen Fläche ein und ist deshalb die Geschwindigkeit der Luft bei ihrem Eintritt durch diesen grofsen Querschnitt, und damit auch die Temperatur unmittelbar über dem Rost, gering.

Wenn die Temperatur aber gering ist, so genügt dieselbe nicht, um die Asche, das unnütze Product der Oxydation des Brennmaterials, zu sintern oder zu schmelzen; es bildet sich keine sog. Schlacke, sondern meist feinkörnige Asche, welche sehr leicht durch Anklopfen der Roststäbe zu entfernen ist. Dies ist ein für die Bedienung des Rostes günstiger Zustand.

Eine zu grofse Rostfläche ist aber unvortheilhaft für die Erzeugung von brennbaren Gasen, wenn nicht über derselben auch eine sehr grofse Erweiterung des Vergasungsraumes eintritt, so dafs man einer vollkommenen Reduction der gebildeten Kohlensäure sicher ist. Infolge dessen verlangen übergrofse Roste einen aufserordentlichen Raum für das Brennmaterial, also einen sehr grofsen Platz für die ganze Feuerungsanlage, welcher in keinem Verhältnifs zu dem Zweck derselben steht und gewöhnlich nicht vorhanden sein würde.

Macht man die sog. »freie Rostfläche« geringer, so mufs dieselbe Menge Luft mit gröfserer Geschwindigkeit durch kleinere Querschnitte eintreten, es entsteht an den Eintrittsstellen eine höhere Temperatur und bilden sich infolge derselben aus der Asche Schlacken, welche sich auf dem Rost und in dessen Umgebung festsetzen und sehr grofse Schwierigkeiten veranlassen.

Verkleinert man die sog. »freie Rostfläche« bis zu einem zulässigen Minimum, so dafs die sog. »freie Rostfläche« nur in einem **Schlitz** besteht, so tritt durch diesen minimalen Querschnitt dieselbe Menge Luft mit sehr grofser Geschwindigkeit ein und es entsteht an der Eintrittsstelle eine so hohe Temperatur, dafs die Schlacken flüssig werden und theils durch den Schlitz von selbst ablaufen, theils durch denselben mit leichter Mühe entfernt werden können.

Liegel, Director der Gasanstalt in Stralsund, hatte zuerst den Muth, die »freie Rostfläche« zu einem solch minimalen **Schlitz** einzuschränken. (Deutsches Reichspatent No. 31.) Siehe Tafel XI, Fig. 1. In der **Liegel**'schen Einrichtung ist aber unter diesem Schlitz immer noch ein Hülfsrost k zur Verbrennung des mit durch den Schlitz fallenden Brennmaterials angeordnet. Hunderte dieser **Liegel**'schen Schlitzfeuerungen sind in Deutschland z. B. an den Generatoren der Retortenöfen der Gasanstalten angebracht. Der Schlitz ist in allen bisherigen Anlagen nur durch feuerfestes Material begrenzt, und werden zu diesem Zweck besondere feuerfeste Steine sehr complicirter Form hergestellt, z. B. die Tafel XI, Fig. 2 und 5 gezeichneten von der Stettiner Chamottefabrik in Pommerensdorf.

Die in Folgendem beschriebenen Einrichtungen bezwecken:

1. fernere Beseitigung der Rostconstructionen durch Einführung von zweckmäfsiger als bisher construirten Schlitzen, welche zugleich ohne Hülfsrost allein zur Luftzuführung und Schlackenabführung dienen;
2. Herbeiführung der nöthigen Unveränderlichkeit der Dimensionen des Luftzutrittes durch Begrenzung dieser Schlitze durch gufseiserne, wassergekühlte Balken;
3. Einrichtung eines einfachen, vollständigen Abschlusses des Luftzutrittes an Feuerungsanlagen und Generatoren aller Art.

Die Zeichnungen Tafel XI, Fig. 6 bis 10, stellen die Einrichtungen, in Fig. 6 in Ansicht, in Fig. 8 und 9 in senkrechten Schnitten und in Fig. 7 und 10 in horizontalen Schnitten dar. Wenn der Schlitz horizontal ist, so fehlt dessen Uebersichtlichkeit; die Schlacken sammeln sich in der ganzen Ausdehnung des Schlitzes an; ihre Menge an den einzelnen Stellen ist nicht zu übersehen und deren Entfernung aus diesen Gründen schwer. Neigt man den Schlitz von vorn nach hinten, so ist zwar die Uebersichtlichkeit die gröfste, alle Schlacke läuft aber nach der kalten Hinterwand, setzt sich hier fest und ist sehr schwer zu entfernen. Deshalb ist der Luft- und Schlackenschlitz A (wie auch schon in der Einrichtung der Fig. 9) von vorn und hinten nach der Mitte der Feuerung zu geneigt, damit der Schlitz einmal leicht zu übersehen ist, die Schlacken aber nach der Mitte hin zusammenlaufen, und hier, wo es am wärmsten ist, leicht entfernt werden können.

Soviel zur Erklärung der Form der Schlitze.

In dem Balken B, welcher den Schlitz bildet, ist auf bekannte Weise ein entsprechend gebogenes, schmiedeisernes Gasrohr eingegossen, welches die Wassercirculation in der durch Zahlen angegebenen Aufeinanderfolge vermittelt.

Werden die Schlitze wie bisher nur aus feuerfesten Steinen hergestellt, so ist ihre Breite, durch welche allein der Luftzutritt und der Brennmaterialdurchfall begrenzt wird, abhängig von der Art der Schlacke und der Aufmerksamkeit des Heizers.

Ist die Schlacke dünnflüssig, dann frifst sie die feuerfesten Steine weg und vergröfsert so den Schlitz; ist die Schlacke dickflüssig, dann setzt sie sich an den feuerfesten Steinen fest, von welchen dann bei jeder Reinigung Stücke mit weggestofsen werden, so dafs sich der Schlitz sehr bald ungebührlich vergröfsert.

Mit der Vergröfserung der Schlitze ist ein Luftzutritt von veränderter Menge und ein gröfserer Brennmaterialdurchfall, also Verlust, verbunden. Der grofse Brennmaterialdurchfall bei Schlitzen aus feuerfesten Steinen wird **Liegel** auch zu der Anordnung des Hülfsrostes k, Fig. 1, veranlafst haben. Dafs bei allmählicher fernerer Erweiterung des Schlitzes dieser selbst Nebensache, dagegen der Hülfsrost wieder Hauptluftzuführungsstelle mit allen ihren oben beschriebenen Unzulässigkeiten wird, ist klar.

Alle diese Uebelstände werden durch die beschriebenen wassergekühlten Schlitze vermieden.

Die Schlacken haften in dem gekühlten Schlitze nicht fest von den Seiten an und sind deshalb sehr leicht zu entfernen. Die unveränderliche Breite der Schlitze richtet sich nach der

Form des Brennmaterials und der Stärke des Zuges. Dieselbe ist gewöhnlich 60 bis 70^{mm}, die Länge des Schlitzes etwa 900 bis 1000^{mm}. Erfahrungsmäfsig mufs man bei gutem Zug pro 1000^{kg} Koks pro 24 Stunden 0,05^{qm} Schlitzöffnung rechnen, welche den vorstehenden Mafsen entspricht.

Anzuwenden sind diese Schlitze nicht wohl bei Feuerungen oder Generatoren, welche mit Kohlen betrieben werden. Mit grofsem Vortheil sind diese Schlitze dagegen anzuwenden bei Generatoren, welche mit Koks beschickt werden, oder bei den Gröbe-Lürmann-Generatoren, welche auch nur Koks zur Vergasung bringen. Es können beliebig viele solcher Schlitze, aus einem oder zwei wassergekühlten Balken gebildet, in einer Feuerung oder einem Generator neben einander angeordnet werden. Die Wasserleitungen von zwei und mehr solcher gekühlten Balken können mit einander verbunden werden, ohne dafs das Wasser zu warm wird, wenn der nöthige Druck in der Leitung vorhanden ist. Der Bedarf an Wasser beträgt pro Einlauf ca. 25^{l} pro Minute. Der wassergekühlte Balken *C* dient zur Erhaltung der Brust oder der Seiten von Feuerungsanlagen oder Generatoren.

Auf den Zeichnungen ist die Anordnung der beschriebenen Kühlungen für verschiedene Einrichtung der Brennmaterial-Oxydationsräume (Vergasungsräume) verschiedener Feuerungsarten angegeben.

Fig. 6 bis 10, 13 und 14 zeigen die Anwendung bei einseitig zu bedienenden, von vorn nach hinten laufenden Schlitzen; wenn diese Schlitze von zwei Seiten zu bedienen sind, kommt die Anordnung Fig. 15 und 16 zur Anwendung. Die Anwendung der Kühlungen *C* bei mit Rost versehenen Brennmaterial-Oxydationsräumen zeigen Fig. 11 und 12. In dem Balken *C* kann sich eine Aussparung *a* befinden, durch welche man einen falschen Rost schlagen und das Brennmaterial abfangen kann, wenn eine besondere Reinigung nach längeren Stillständen nöthig werden sollte.

Die Einrichtung, welche dazu dienen soll, den Luftzutritt bei Feuerungen aller Art, also auch Generatoren, während der Stillstände vollständig abzuschliessen, ist folgende:

Der Rahmen *D*, Fig. 6, ist gehalten durch die Eisen *b*. In dem Rahmen *D* sind die Haken *c* vernietet. Auf diesen Haken ruht während des Betriebes der Feuerung das an beiden Enden umgebogene Eisen *d*, auf welchem bei Schlitzfeuerungen das Gezähe zur Entfernung der Schlacken sein Auflager findet.

In Fig. 6 ist das Eisen *d* unterbrochen, in Fig. 10 ganz zu sehen; diese Figuren zeigen den Zustand während des Betriebes. Auf dem Rahmen *D* sind ferner die unter sich gehenden Rippen *e* angebracht, welche also eine schwalbenschwanzförmige Rinne *f* bilden. Die Vorsetzthür *E* hat einen Handgriff *g*, Fig. 9, und eine Rippe, welche genau in die Rinne *f* pafst. Soll der Betrieb unterbrochen werden, so wird die Rinne *f* mit Lehm oder Thon verstrichen, die Vorsetzthür *E* so vorgesetzt, dafs sich die Rippe in den Lehm oder Thon der Rinne *f* drückt, das Eisen *d* als Riegel vorgelegt und die Thür *E* durch einen Keil *i* angetrieben.

Fig. 9 und 10 zeigen den Zustand der Feuerung aufser Betrieb.

Durch diese gezeichnete und beschriebene Anordnung ist ein einfacher, rasch anzubringender und hermetischer Luftabschlufs bewerkstelligt.

Fachberichte.

Ein Patent-Procefs.

Das Patentblatt No. 42 de 1881 bringt eine reichsgerichtliche Entscheidung, welche einen s. Z. in technischen Kreisen vielfach besprochenen Patentprocefs definitiv beendigt; wir meinen die Entscheidung vom 24. Juni 1881, welche das Patent No. 423, »Cosinus-Regulator«, als zu Recht bestehend feststellt. Da das Urteil in mehrfacher Hinsicht von principieller Bedeutung und der Procefs selbst sehr interessant ist, so geben wir nachstehend einen kurzen Bericht darüber:

Der Procefs begann im Jahre 1878 und zwar mit einem Einspruch, welchen die Firma H. G. in B. gegen die Ertheilung eines Patents auf einen von der Firma N. N. in B. angemeldeten Regulator erhob, da derselbe mit dem ihr patentirten Cosinus-Regulator identisch sei. Das Kaiserliche Patent-Amt erachtete diesen Einspruch für begründet und wies die Anmeldung zurück. Hierauf reichte die Firma N. N. eine Nichtigkeitsklage gegen das Patent »Cosinus-Regulator« No. 423 ein; doch müssen wir, um verständlich zu werden, zunächst einiges über den Cosinus-Regulator vorausschicken.

Der Cosinus-Regulator ist in No. 3 der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure vom Jahre 1877 ausführlich beschrieben worden und hat seinen Namen von dem sogenannten Cosinuspendel. Dasselbe beruht auf dem eigentümlichen Principe, dafs bei einer bestimmten Winkelgeschwindigkeit der Cosinus des Ausschlagswinkels $SCH = \psi$ (S: Pendelschwerpunkt) — Fig. 1 — proportional dem Centrifugalmomente ist, oder in einer Formel ausgedrückt: $Mc = \frac{\omega^2}{g} Q r s \cos \psi$, wenn Q das Pendelgewicht, r den Abstand der Welle vom Aufhängepunkt des Pendels und s den Abstand des Pendelschwerpunktes von dem Aufhängepunkt bezeichnet. Eine detaillirte Wiederholung der Theorie würde zu weit führen und wir bemerken daher hiermit nur, dafs jedes Pendel mit dem Muff eine sogenannte Kurbel- resp. Kreuzschleife bildet und dafs bei einer geeigneten Wahl des Muffgewichtes im Verhältnifs zum Pendelgewicht und des Winkels $SCK = \beta$ — s. Fig. 1 — der Regulator absolut astatisch wird; bei den gewählten Dimensionen wird $\beta = 80^0\ 24'\ 21''$. Dies drückt sich in der betreffenden Formel für die Winkelgeschwindigkeit ω dadurch aus, dafs in derselben der Ausschlagwinkel ψ nicht vorkommt, weshalb ω für jeden beliebigen Ausschlagwinkel ψ constant und also der Regulator vollkommen astatisch ist. Da nun, wie schon gesagt, die Astasie nicht nur vom Muffgewicht, sondern auch vom Winkel β abhängig ist, so ist ein einfaches Mittel an die Hand gegeben, durch Vergröfserung des Winkels β den Regulator beliebig stabil zu machen, und dies geschieht dadurch, dafs die Rolle K durch eine Kurbel mit dem Pendel verbunden ist und durch Drehung derselben höher gestellt werden kann. In dieser Verstellbarkeit liegt, wie der Verlauf des Processes bewies, der Schwerpunkt des Patents, dessen Ansprüche folgendermafsen lauten:

Fig. 1

Cosinus-Reg.

»Das Neue besteht:

1. in dem Cosinuspendel,
2. in der Verbindung des Cosinuspendels
   a) mit einem Hebelarm, der eine Rolle oder ein Gleitstück trägt,
   b) mit einer Kurbelschleife (ebene Platte mit Rolle),
   c) mit einem Belastungsgewicht,

   durch welche Verbindung ein Regulator entsteht, der je nach der Lage der Rollen K entweder absolut astatisch ist oder irgend welchen gewünschten Grad von Stabilität besitzt.«

Das Patent war ursprünglich im Jahre 1876 für Preufsen ertheilt und diesem Umstande ist es wohl zuzuschreiben, dafs der Beschreibung eine vollständig durchgeführte Theorie vor-

ausgeschickt ist. Dementsprechend gestaltete sich der Angriff der Nichtigkeitsklage zu einem zweifachen, indem einmal die Neuheit der Theorie und zweitens die Neuheit der Construction des Regulators angefochten wurde. Bezüglich der Theorie führt die Nichtigkeitsklage an, dafs dieselbe auf jedes Centrifugalpendel passe, ein derselben entsprechendes Cosinuspendel werde aber nur in Form eines Winkelpendels ausgeführt. Diese Form sei längst bekannt und in der Anwendung derselben dürfe Niemand beschränkt werden.

In kinematischer Hinsicht führt die Klägerin aus, dafs der Cosinus-Regulator nichts weiter, als eine Umkehrung des ihr patentirten Bufs'schen, und als solche nicht patentirbar sei. Wenn man nämlich den alten Bufs'schen Regulator ohne jede Aenderung umkehre, d. h. den Muff als Regulatorwelle und die Welle als Muff wirken lasse, so entstehe ein dem Cosinus-Regulator in allen Constructionstheilen und in der Wirkungsweise gleicher Regulator etc. etc.

Die Klagebeantwortung führt nun zunächst aus, dafs aus der Anwendbarkeit einer und derselben Theorie auf alle Centrifugalpendel nicht auf die Idendität der letzteren geschlossen werden dürfe.

Ferner sei das Cosinuspendel gar nicht an die Form eines Winkelpendels gebunden, sondern könne auch aus einem Gewicht bestehend ausgeführt werden. Was aber die Identität des Bufs'schen oder des umgekehrten Bufs'schen Regulators mit dem Cosinus-Regulator beträfe, so seien beide in ihrer Wirkungsweise vollständig verschieden, da dem Bufs'schen das Charakteristicum des Cosinus-Regulators, die Proportionalität zwischen Centrifugalmoment und Cosinus des Ausschlagwinkels fehle. Das Pendel des Bufs'schen Regulators sei aber für sich annähernd astatisch, dasjenige des Cosinus-Regulators dagegen ohne Muffe stabil.

Das Urteil des Patentamts, welches am 17. April 1879 erfolgte, — Patentblatt No. 41, 1881 — weist die Nichtigkeitsklage ab und hebt zunächst hervor, dafs es für seine Entscheidungen nicht mafsgebend sein könne, auf welchem Wege ein mechanisches Gebilde gefunden worden sei: ob daher im vorliegenden Falle der Bufs'sche und der Cosinus-Regulator ein und derselben Theorie ihr Dasein verdankten, ferner ob durch kinematische Umkehrung des Bufs'schen ein dem Cosinus-Regulator ähnlicher entstehe, sei unerheblich. Die Ansicht, dafs die durch kinematische Umkehrung gewonnenen Mechanismen von den ursprünglichen nicht wesentlich verschieden und deshalb nicht patentirbar seien, beruhe auf einer mifsverständlichen Auffassung von Reuleaux' Kinematik, denn dort würde die kinematische Umkehrung gerade als ein Mittel angegeben, neue Mechanismen zu finden. Bezüglich der factischen Unterschiede der beiden Regulatoren tritt das Urteil den Ausführungen des Verklagten bei und constatirt ebenfalls den wesentlichen Unterschied, dafs das Bufs'sche Pendel an den Grenzen des Ausschlages astatisch, während das Cosinuspendel an sich stabil sei, aber durch das Muffgewicht astatisch gemacht werden könne. Die weiteren Ausführungen bezüglich einer anderen nur schematisch gehaltenen Figur der Patentschrift, welche eine kinematische Umkehrung der durchconstruirten mit den gleichen mathematischen Eigenschaften darstellt, sind hier von geringem Interesse und mag nur bemerkt werden, dafs auch dieser Theil des Patentes aufrecht erhalten wird.

Gegen dieses Erkenntnifs erhob die Klägerin unter dem 14. September 1879 Berufung an das damalige Reichsoberhandelsgericht.

Die Berufungsschrift wendet gegen die Motive des Patentamts im Wesentlichen nichts ein, sondern bringt ausschliefslich neue Nichtigkeitsursachen vor. Der Weg, auf dem sie zum Ziele zu gelangen sucht, ist wieder ein doppelter; einmal sucht sie nachzuweisen, dafs die Theorie des Cosinusregulators nicht neu war und zweitens, dafs die Construction ebenfalls bereits vorhanden gewesen sei.

Der Berufungsschrift war ein ausführliches Gutachten beigelegt, in welchem hauptsächlich folgender Nachweis versucht wurde:

1. Die analytische Methode für Findung des Cosinusregulators sei bereits 1864 von Rolland entwickelt und veröffentlicht worden (Journal de l'Ecole Polytechnique 70).
2. Rolland habe danach einen Regulator mit combinirten Schwungkugeln für Kraftmaschinen construirt, welcher von Villarceau modificirt und im Jahre 1872 in den Comptes Rendus beschrieben worden sei.

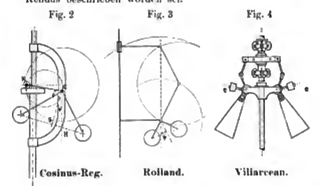


Fig. 2 stellt das Schema des Cosinus-Regulators, Fig. 3 den Rolland'schen und Fig. 4 den Villarceau'schen Regulator dar.

Der Mechanismus des Cosinus-Regulators als solcher betrachtet besteht für jedes Pendel aus einer sogenannten oscillirenden Kreuzschleifenkurbel, einem Mechanismus, dessen Relativbewegung durch die beiden Polbahnen, die bekannten in einander rollenden cardanischen Kreise charakterisirt wird, und welcher also als Ellipsograph bezeichnet werden kann.

Die Relativbewegung des Rolland'schen Regulators wird ebenfalls durch die Stellung der cardanischen Kreise gekennzeichnet, nur wird der Mittelpunkt des kleinen cardanischen Kreises mittelst Lenkstangen in seiner kreisförmigen Bahn geführt.

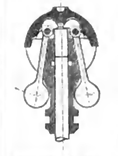
Reuleaux nennt diesen Mechanismus »gleichschenklige Schubkurbel (Gelenkrhombus)«.

Der Villarceau'sche Regulator ist mit dem Rolland'schen identisch, nur sind die Schwungkugeln in ein Gewicht vereinigt und zum Justiren kleine Schraubenspindeln mit Muttern angebracht. (Der Regulator dient als Windfang einer Uhr.)

Die Denkschrift führt nun aus:

Alle 3 Regulatoren beruhten in ihren Mechanismen auf dem Princip der Ellipsographen.

Alle drei beruhten mathematisch auf der Theorie des sogen. Cosinusregulators, seien ferner astatisch, auch sei der Regulator von Villarceau mittelst der Schraubenmuttern e adjustirbar. Der Cosinus-Regulator unterscheide sich nur dadurch von den beiden älteren, dafs der Gelenkrhombus durch die Kreuzschleife ersetzt sei; aber auch diese Umformung sei nicht neu, sondern bereits von Tangye, Ord, Nicholson & Lawrence benutzt. (Dingler Bd. 203.)


Fig. 5

Nicholson & Lawrence

(Wir skizziren nur den letzteren, — s. Fig. 5 — da er dem Cosinus-Regulator am ähnlichsten aussieht und bemerken, dafs die beiden ersteren gleichfalls stabile Regulatoren und dem Nicholson'schen überhaupt ähnlich sind.)

Der Cosinus-Regulator enthalte daher keine einzige neue Eigentümlichkeit, weshalb das Patent für nichtig zu erklären sei.

Die Beklagte bestritt die Veröffentlichungen nicht, wohl aber die daraus gezogenen Folgerungen. Möge der Cosinus-Regulator auf derselben Theorie beruhen wie der Rolland'sche, so sei nicht die Theorie patentirt, sondern das beschriebene starre Cosinuspendel und vor Allem die Verbindung desselben mit Kurbelschleife, Belastungsgewicht etc. und mit einer Adjustir-Vorrichtung behufs Stellung von vollkommener Astasie bis zu beliebiger Stabilität. Der Cosinus-Regulator repräsentire die erste fruchtbare Ausnutzung der Rolland'schen Gleichungen, da Rolland's Regulator durch seine vielen Gelenke praktisch kaum verwerthbar sei.

Der Nicholson & Lawrence'sche Regulator beruhe allerdings auch auf der Kurbelschleife, aber er sei eben ein stabiler Regulator und kein Cosinus-Regulator. Endlich sei die Villarceau'sche Adjustir-Vorrichtung mit der des Cosinus-Regulators nicht zu vergleichen.

Das Reichsgericht ordnete mit Beschlufs vom 20. März 1880 Beweiserhebung durch Sachverständige an und zwar über folgende Punkte:

1. Ob sämmtliche oder nur einzelne der in der Patentschrift als neu bezeichneten Bestandtheile des Cosinus-Regulators in den von der Berufungsklägerin citirten Schriften dergestalt beschrieben wären, dafs danach die Benutzung durch Sachverständige erfolgen könnte,
2. ob die patentirte Combination neu sei und durch sie eine vortheilhaftere oder neue Wirkung erzielt werden konnte,
3. ob der etwa neue Bestandtheil des patentirten Regulators mit dessen übrigen Theilen so wesentlich zusammenhänge, dafs er ohne Aufhebung der Gesammtwirkung weder beseitigt, noch durch andere ersetzt werden konnte.

Die 3 Sachverständigen beantworteten in ihrem gemeinsamen Gutachten alle 3 Fragen zu Gunsten des angefochtenen Patents.

Die Theorie des Cosinus-Regulators sei allerdings in den theoretischen Untersuchungen von Rolland und Villarceau implicite mitenthalten gewesen, doch hätte ein Sachverständiger im Sinne des Patentgesetzes darauf allein hin den Regulator nicht construiren können. Ueberhaupt sei jede Theorie nur als Quelle für mannigfache Erfindungen zu betrachten.

Die Regulatoren von Nicholson etc. seien stabile, ihnen gegenüber der Cosinus-Regulator daher ebenfalls neu.

Ad 3. sei die Adjustirbarkeit des Cosinus-Regulators so wichtig, dafs die verstellbaren Rollen nicht beseitigt werden können, ohne die Gesammtwirkung aufzuheben

Hiergegen wurde seitens der Klägerin ein Gegengutachten eingereicht, welches Folgendes ausführt:

Ad 1. Das Cosinuspendel war nicht neu, sondern in den Druckschriften genügend beschrieben und gezeichnet. — Die Justirung dagegen bestehend in einer Einrichtung zur relativen Längenänderung der Rolle K war neu.

Ad 2. Die Verbindung des Cosinuspendels mit Hebelarm, Gleitstück, Rolle und Kurbelschleife war neu, die Verbindung mit einem Belastungsgewicht dagegen nicht.

Eine neue Wirkung sei durch die obige Combination nicht erzielt worden, denn der Cosinus-Regulator unterscheide sich, falls man ihn ohne Stellzeug, z. B. als Windfang ausführen würde, vom Villarceau'schen nur durch die Ueberschreitbarkeit des mittleren Todtpunktes, was unvortheilhaft sei. Mit Stellzeug sei die zu dem Nicholson & Lawrence'schen Regulator hinzugebrachte Eigenschaft der Astasie unerheblich und unvortheilhaft; der stabil eingestellte Cosinus-Regulator unterscheide sich dagegen in keiner Weise vom Nicholson & Lawrence'schen.

Frage 3 sei zu verneinen, da die Justireinrichtung des Cosinus-Regulators fortgelassen werden könnte, ohne dafs der Regulator unbrauchbar werde. Indessen würde dabei ein Theil der Gesammtwirkung eingebüfst werden, doch könne die Justirung ohne Nachtheil durch die Villarceau'sche ersetzt werden.

Das Urteil des Reichsgerichts vom 24. Juni 1881 stellt nun den verschiedenen Ausführungen gegenüber zunächst fest, dafs nur eine durchgeführte Construction, nicht ein Princip patentirbar sei. Die nachgewiesene Idendität der Rolland'schen Theorie mit der des bestrittenen Patentes sei daher irrelevant, ebenso der Umstand, dafs bereits ein Beispiel nach derselben praktisch ausgeführt sei.

Das Urteil constatirt dann die von dem Gegengutachten selbst als neu hingestellten Theile des Cosinus-Regulators und führt weiter aus: Durch Umänderung des Gelenkrhombus (Villarceau) in die Kurbelschleife sei die Ueberschreitbarkeit des mittleren Todtpunktes und damit der gröfsere Muffhub und die bessere Ausnutzung der Energie aus dem Nicholson'schen Regulator in den Villarceau'schen und durch Umänderung des einfachen (Nicholson) in ein Cosinuspendel die Möglichkeit, sich der absoluten Astasie unbegrenzt zu nähern, aus dem Villarceau'schen in den Nicholson'schen Regulator hineingebracht worden. Hiermit stimme das vom Reichsgericht erhobene Gutachten vollkommen überein. Das Gegengutachten suche zwar beide Vortheile der Combination, gröfsere Energie und Astasie als unerheblich hinzustellen, jedoch werde der Vortheil der Energie nur für den Villarceau'schen Regulator ohne Stellzeug bestritten, sei also für den mit Stellzeug wirkenden zugegeben. Dafs der Vortheil der Astasie bestritten werde, sei unerheblich, da der Regulator unbestrittener Weise auch stabil eingestellt werden könne, und in der Verstellbarkeit liege die Bedeutung der Erfindung. Endlich aber führe das Patentamt durch Urteil vom 3. April 1879 zutreffend aus: »Ob und in welchem Mafse Neuerungen den vom Erfinder erwarteten praktischen Zweck haben werden, kann nur durch die Praxis entschieden werden; es mufs die Erkenntnifs genügen, dafs solche technische Verbesserungen durch Mittel, die einen Erfolg nicht ausschliefsen, angestrebt werden.«

Nach den eigenen Ausführungen der Klägerin liege nicht nur eine Combination bekannter Mittel vor, sondern eine neue Vorrichtung, die Justirung, sei hinzugefügt worden, gröfsere Energie und Verstellbarkeit von der Astasie bis zu beliebiger Stabilität kämen hinzu, weshalb die Klage auch dann abzuweisen wäre, wenn das Cosinuspendel für sich nicht als Erfindung gelten könnte.

Bereits unter dem 17. April 1880 habe das Reichsgericht entschieden, dafs auch in der Combination bereits bekannter Mittel eine Erfindung enthalten sein könne, wenn ein eigentümlicher Erfolg erzielt würde, sollte derselbe auch nur darin bestehen, dafs die bisherige Wirkung der Vorrichtung durch Anwendung eines bisher nicht angewendeten Mittels vollkommen erreicht worden sei.

Liege einmal dieser Fall hier vor, so sei aufserdem den bekannten Mitteln eine neue, jedenfalls einfachere Vorrichtung beigefügt worden, und die Klage daher abzuweisen.

Das Urteil, wie überhaupt der ganze Procefs, ist deswegen von hohem Interesse, weil es verschiedenen, auch im Publikum verbreiteten, irrigen Anschauungen über den Charakter einer Erfindung im Sinne des Patengesetzes entgegentritt.

Die Erscheinung beispielsweise, dafs die Einsprüche gegen Anmeldungen von Combinationserfindungen in der Weise gehalten werden, dafs die Combinationen zerlegt und im Detail bekämpft werden, die Gesammtwirkung aber aufser Acht gelassen wird, ist keine ungewöhnliche, und in dieser Hinsicht dürfte obiger Procefs ein interessantes Material liefern.

Ueber die erste deutsche Ausstellung maritimer Gegenstände zu Hamburg im September 1881.

Von Professor Riehn in Hannover.

(Vorgetragen in der Sitzung des Hannoverschen Bezirksvereines am 9. December 1881.)

Die in der Ueberschrift charakterisirte Ausstellung ist die erste dieser Art, welche in Deutschland stattgefunden hat. Ihre Eröffnung fällt zusammen mit der Einweihung des neuen Dienstgebäudes der deutschen Seewarte zu Hamburg, welche am 14. Sept. d. J. in Gegenwart Sr. Majestät des Kaisers vor sich ging. Man verfolgte bei Veranstaltung der Ausstellung besonders zwei Zwecke: einmal sollte die Anregung zur Gründung eines Museums für Seewesen gegeben werden, welches eventuell mit der deutschen Seewarte in geeigneter Weise zu verbinden wäre; sodann sollte die Ausstellung einen Ueberblick über die Bestrebungen der Technik auf dem Gebiete des Seewesens und der Schiffbaukunst in früheren und neueren Zeiten gewähren. In letzterer Beziehung hatte man namentlich Erzeugnisse deutschen Ursprungs oder solche Gegenstände ins Auge gefafst, die, wenn auch ausländische Fabrikate, doch in deutschem Besitze sich befanden und für deutsche Zwecke verwendet wurden.

Beide Zwecke waren im höchsten Grade lobenswerth. Andere Nationen, welche Schifffahrt und Schiffbau in hervorragender Weise betreiben, besitzen längst Sammlungen und Museen, in welchen man sich über die Entwickelung der

Technik und die Erfindungen auf diesen Gebieten unterrichten kann; es braucht nur auf England, auf das grofsartige Museum für Seewesen in Greenwich hingewiesen zu werden. Sodann mufste es für die deutsche Industrie sehr nützlich sein, dafs ihre neuesten Leistungen bezüglich der Ausrüstung und der Herstellung der modernen Kriegs- und Handelsschiffe einmal übersichtlich geordnet dem interessirten Publikum vorgeführt wurden, da die gröfseren Ausstellungen früherer Zeit hierzu gar nicht oder nur sehr unvollkommen Gelegenheit geboten hatten.

Die Zwecke der Ausstellung waren also sehr löblich, und was die Anordnung und Durchführung derselben anbetrifft, so kann man sich im Grofsen und Ganzen auch nur anerkennend über dieselbe aussprechen. Damit soll indessen nicht gesagt sein, dafs nicht Manches zu tadeln gewesen wäre. So waren verschiedene wichtige Specialitäten, sowie anerkannt hervorragende industrielle Werke nur ungenügend vertreten, dagegen manche Gegenstände aufgenommen, welche offenbar weder historischen, noch technischen Werth hatten. Diese Fehler waren aber durch die kurze Vorbereitungszeit, sowie besonders durch die Neuheit des Unternehmens wohl entschuldbar und dürften bei einer späteren Wiederholung mehr und mehr vermieden werden.

Die Ausstellungsgegenstände waren in zehn Gruppen getheilt; die Ausstellungsräume befanden sich in den Räumen des Erdgeschosses, theilweise auch im ersten Stock des neuen Dienstgebäudes der Seewarte.

Von den nachstehend gekennzeichneten Gruppen können die ersten Gruppen a bis h sowie die letzte k hier nur in oberflächlicher Weise besprochen werden.

Die Gruppe a umfafste nautisch-astronomische und geodätische Instrumente, besonders Globen, Winkelmefsinstrumente (Oktanten, Sextanten), Fernröhre u. s. w.

Die Gruppe b umfafste Uhren für Schiffszwecke, besonders Chronometer; in dieser Gruppe verdienten namentlich die Chronometer des bekannten Herrn Petersen in Altona lobende Erwähnung.

Gruppe c betraf Kompasse und nautisch-magnetische Apparate.

Gruppe d enthielt hydrographische Apparate, besonders Tiefsee-Thermometer, Schiffslothe und Instrumente für Tiefsee-Messungen.

Gruppe e. Nautisch-meteorologische Instrumente, als: Barometer für Schiffszwecke, Thermometer, Anemometer, etc.

Gruppe f. Nautische und physikalische Apparate zu Lehrzwecken. Interessant war in dieser Gruppe eine Sammlung kleiner Schiffsmodelle zur Veranschaulichung von Schiffscursen, besonders geeignet zur Klarstellung von Collisionsfällen; ferner ein Apparat zur Verdeutlichung der bei atmosphärischen Ereignissen (Wirbelstürmen etc.) entstehenden Vorgänge.

Gruppe g. Apparate zum Signalisiren, Nebelhörner für comprimirte Luft und Dampf; Signallaternen, Wetterkarten und Wetterberichte.

Gruppe h. Apparate für Seerettungswesen, insbesondere Modelle von Raketenapparaten, Rettungsbooten, Schwimmgürtel, ferner Modelle von Seezeichen, als: Feuerschiffe, Baken, See- und Flufstonnen.

Die Gruppe i ist diejenige, welche hier ausführlicher besprochen werden soll; sie umfafste namentlich die Modelle von Schiffen und Schiffstheilen.

Jede Gruppe, also auch diese, enthielt Gegenstände und Constructionen, welche vergangenen Zeiten, sowie solche, die der Gegenwart angehören. Wenn zwar die letzteren vorzugsweise interessiren, so ist es nicht unangemessen, den älteren Arbeiten auch einige Worte zu widmen.

Die ältesten Modelle der Gruppe i zeigten noch Schiffe der früheren Hansaflotte; besonders interessant war unter diesen das Modell eines alten Lübecker Linienschiffes von 84 Kanonen »Die Hoffnung von Lübeck«. Noch besser ausgeführt und erhalten war ein altes Danziger Modell: »Alte Krawehl«; beide Schiffe zeigten, wenn auch zum Theil karrikirt, die Formen der Schiffe des 17. Jahrhunderts. Von dem letzten Hamburgischen Kriegsschiffe war das alte Gallionbild, Kaiser Leopold II. darstellend, vorhanden, und zeigte damit wohl an, in welche Zeit der Bau desselben zu verlegen ist.

Die alte Brandenburgische Flotte des grofsen Kurfürsten, desgleichen die deutsche Flotte des Jahres 1848, die verunglückte Schöpfung der zu praktischen Organisationen unfähigen deutschen Nationalversammlung, war durch kein Erinnerungszeichen vertreten; an die schleswig-holsteinsche Flotte der Jahre 1848—50 erinnerte das Modell des kleinen Schrauben-Dampfbootes »von der Tann«, welches bekanntlich in der Neustädter Bucht, vom Feinde verfolgt, in die Luft gesprengt wurde.

Die alte preufsische Flotte war durch den Rad-Aviso »Preufsischer Adler« (Theilnahme am Seegefechte bei Helgoland), sodann durch die Schraubencorvette »Arkona« (Gefecht bei Jasmund), und eines der früheren Ruder-Kanonenboote vertreten.

Die Gruppe i war in der Ausstellung in 2 Abtheilungen geschieden:

A. Kriegsschiffe
B. Handelsschiffe.

Bezüglich der ersten Abtheilung dürfte es besonders zweckmäfsig sein, sie so zu besprechen, dafs man den Antheil, welchen die deutsche Industrie an der Schaffung der Kriegsflotte hat, deutlich erkennt.

Die Schiffe der deutschen Kriegsmarine lassen sich folgendermafsen eintheilen:

a) Panzerfregatten (Hochseeschiffe), Schiffe mit Breitseiten-Batterien,
Kasemattschiffe,
Thurmschiffe,
b) Panzerschiffe für den offensiven Küstenschutz (Panzercorvetten),
c) Panzerschiffe für den defensiven Küstenschutz (Panzerkanonenboote),
d) Kreuzer (für den Dienst in fremden Meeren bestimmt),
Gedeckte Corvetten,
Glattdeckscorvetten,
Kanonenboote, Avisos u. s. w.,
e) Torpedodampfer.

Die Schiffe der ersten beiden Abtheilungen der Klasse a sind mit Ausnahme der Corvette Hansa, welche wohl zu den Kasemattschiffen zu rechnen ist, fremden Ursprungs; sie waren auf der Ausstellung nicht vertreten, dagegen gab dieselbe über den anderen Theil unserer Kriegsflotte, welche fast ganz das Werk der heimischen Industrie ist, eine recht instructive Uebersicht.

Von den Hochseethurmschiffen hatte die Maschinenbau-Actiengesellschaft Vulcan ein Modell ausgestellt, und zwar dasjenige des Schiffes »Preussen«, welches auf der Werft der obigen Gesellschaft im Jahre 1873 fertig gestellt wurde. Das Schiff, $93{,}03^m$ lang, $16{,}32^m$ breit, mit $7{,}22^m$ Tiefgang besitzt zwei Drehthürme, jeden mit 2 Krupp'schen 26^{cm}-Geschützen, und aufserdem zwei 17^{cm}-Geschütze, von denen je eins im Buge bezw. hinten im Heck aufgestellt ist.

Das Schiff hat einen Panzergürtel in der Wasserlinie, eine gepanzerte Brustwehr zum Schutze des Untertheiles der Thürme, sodann sind natürlich die Thürme gepanzert. Bei einem Verhältnisse der Länge zur Breite gleich 5,7 sind die Schiffe der Preussen-Klasse noch ziemlich schlank, auch im Boden scharf gehalten.

Von derselben Werft waren ausgestellt Modelle der Panzercorvetten »Sachsen« und »Württemberg«.

Die Schiffe haben 91^m Länge, $18{,}3^m$ Breite, 6^m Tiefgang. Der geringe Tiefgang bedingte eine sehr völlige Form des Schiffes, so dafs z. B. der Boden nahezu platt wird. Bestückt sind dieselben mit 6 Geschützen von 26^{cm} Kaliber, von denen 2 vorn, hinter einer eiförmigen, 4 in der Mitte hinter einer vierseitigen mit abgerundeten Ecken versehenen Brustwehr stehen und über Bank feuern. Die Aufsenbordwand ist nur mitschiffs im Kessel-, Maschinen- und Munitionsraum gepanzert. Aufserdem ist ein $1{,}4^m$ unter der Wasserlinie liegendes Deck hinten und vorn mit einer 75^{mm} starken Panzerdecke belegt. Der Schutz der nicht gepanzerten Enden des Schiffes liegt, aufser in diesem Panzerdeck, auch noch in der zellenförmigen Anordnung der oberen Räume.

Das Schiff hat zwei Maschinen- und Kessel-Systeme mit 4 Schornsteinen. Takelage ist nicht vorhanden. Die Schiffe sollen bei ca. 6000 indicirten Pferdekräften etwa 14 Knoten Geschwindigkeit ergeben.

An diese Schiffe schliefsen sich diejenigen eng an, welche die Gesellschaft Vulcan für die chinesische Regierung in Bau genommen hat, und von denen auch ein Modell in der Ausstellung vorhanden war.

In der Gröfse und Form ziemlich gleich den deutschen Schiffen, unterscheiden sie sich von diesen durch eine ganz andere Anordnung der Geschütze.

Die Schiffe sind nämlich Thurmschiffe mit diagonal gestellten Thürmen. Die beiden diagonal gestellten Thürme, in einer gepanzerten Kasematte stehend, sind mit je zwei $30,5^{cm}$-Geschützen versehen; hinten und vorn befindet sich ein kleinerer Thurm, der ein 15^{cm}-Geschütz trägt. Die artilleristische Ausrüstung dieser Schiffe erscheint wesentlich vortheilhafter, als die der deutschen Corvetten. Aufserdem erhalten die Schiffe Compoundmaschinen, während die älteren deutschen Panzercorvetten noch gewöhnliche 3cylindrige Mitteldruckmaschinen besitzen.

Panzerschiffe der Klasse c, also Panzerkanonenboote, waren ausgestellt von der Kaiserl. Admiralität, sowie von der Maschinenbau-Actiengesellschaft Weser zu Bremen, welche letztere diese Schiffe ausschliefslich für die deutsche Marine gebaut hat. Die Länge dieser Schiffe beträgt $43,3^m$, die Breite $10,62^m$, der Tiefgang $3,1^m$. Dieselben sind ganz völlig gehalten und im Boden vollständig platt. Sie haben einen Panzergürtel in der Wasserlinie, eine gepanzerte Brustwehr, hinter welcher ein $30,5^{cm}$-Geschütz steht und einen 50^{mm} starken Deckpanzer. Die Schiffe haben Zwillingsschrauben und geneigt liegende Hochdruckmaschinen mit Oberflächencondensation und sind mit einem Rammsteven versehen.

Die Kreuzerflotte der deutschen Marine war zunächst durch sehr schöne Modelle der grofsen gedeckten Corvetten »Leipzig« und »Prinz Adalbert« vertreten; beide Schiffe sind vom Vulcan geliefert.

Die Schiffe, 86^m lang, 14^m breit, $6,12^m$ mittl. Tiefgang, 3925^t Deplacement, führen 20 Geschütze und laufen bis zu 16 Knoten stündlich. Sie sind aus Eisen gebaut, haben jedoch eine doppelte Holzbekleidung und Kupferhaut unter Wasser.

Die Gesellschafft hatte ferner die Modelle der gedeckten Corvette »Stosch«, sowie die Modelle der Glattdeckscorvetten »Carola« und »Olga« ausgestellt, wodurch die Typen dieser neueren Kreuzer sehr gut illustrirt wurden.

Von Schichau in Elbing war vorhanden ein Modell des Avisoschiffes »Habicht«.

Dieses Schiff, eigentlich eine kleine Corvette, ist 53^m lang, 9^m breit und hat $3,5^m$ Tiefgang. Es führt 5 Geschütze und zwar vier von 12^{cm}, eins von 15^{cm} Kaliber; es ist von Eisen, mit hölzerner Spiekerhaut und Zinkbeschlag hergestellt.

Von Seiten der Kaiserl. Admiralität waren sehr schöne Modelle der Kaiserl. Yacht »Hohenzollern« (gebaut in Kiel), sowie des Torpedoschiffes »Zieten« (gebaut von den Thames Iron Works in London) ausgestellt.

Neben den Modellen ganzer Schiffe figurirten viele, zum Theil ganz ausgezeichnete Modelle von Detailconstructionen, Schiffsquerschnitte, Schiffsmaschinen, Kessel u. s. w. Besonders verdienen die äufserst exact ausgeführten Modelle der Maschine des Panzerschiffes »Friedrich Karl«, sowie der Maschine einer der vom Vulcan gelieferten Corvetten besondere Erwähnung.

Was die Handelsschiffe anbetrifft, so würden dieselben naturgemäfs zerfallen in solche fremden Ursprungs, welche sich in deutschem Besitze befinden und solche, die von deutschen Werken herrühren. Beachtenswerthe Modelle von Schiffen der ersteren Art waren besonders von den grofsen Dampfschifffahrtsgesellschaften zu Hamburg (Hamb.-Amerik. Packetschifffahrts-A.-G.) und Bremen (Nordd. Lloyd) geliefert.

Der letztere stellte ein Durchschnittsmodell des Dampfers »Mosel«, die erstere ein vorzüglich gearbeitetes Durchschnittsmodell des Dampfers »Frisia« aus. Das Modell, wenn auch für den Fachmann ohne erheblichen Werth, gewährt eine sehr instructive Einsicht in die innere Disposition eines grofsen Passagier-Dampfers.

Interessanter war ein Modell des neuen, bei J. & G. Thomsen zu Glasgow in Bau begriffenen, für die H.-A.-P.-G. bestimmten Dampfers, der »Hammonia«, welche besonders für grofse Geschwindigkeit construirt ist. Länge $114,3^m$, Breite $13,75$, also $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}} = 8,3$; Tiefe im Raum $10,69^m$.

Späterhin soll der Nordd. Lloyd noch ein Modell seines neuen Schnelldampfers »Elbe« ausgestellt haben. Das Schiff hat 139^m Länge, $13,72^m$ Breite, ca. $7,6^m$ Tiefgang, 6100 Pferdekr. bei 16 Knoten Geschwindigkeit.

Die vortrefflichen Leistungen deutscher Schiffswerften und Maschinenfabriken im Handelsschiffbau gingen auch aus einer grofsen Anzahl sehr interessanter Ausstellungsobjecte hervor.

Die Firma J. C. Tecklenborg zu Geestemünde-Bremerhaven hatte noch eine vorzügliche Collection von Modellen, den Bau der grofsen hölzernen Schiffe und dessen Fortschritte während der letzten Jahrzehnte betreffend, ausgestellt. Ein Modell eines eisernen Frachtdampfers zeigte aber auch bereits, dafs man daselbst begonnen hat, den Holzbau zu verlassen.

Von den Werften des Weserstromes verdienen ganz besonders die Leistungen der Actiengesellschaft »Weser« zu Bremen, und die der Werft von H. F. Ulrichs zu Vegesack hervorgehoben zu werden. Vorzüglich vertreten waren auch die Werften der Ostseehäfen, besonders »Vulcan« zu Bredow bei Stettin, Norddeutsche Werft zu Gaarden bei Kiel, Flensburger Schiffbau-Actiengesellschaft, sowie die Rostocker Actiengesellschaft für Schiff- und Maschinenbau, welche bereits die Modelle eiserner Seedampfer aus dem Jahre 1851 vorführen konnte. Die Flensburger Werft hatte, was besonders zu loben war, auch gute übersichtliche Zeichnungen ihren Modellen hinzugefügt.

Von hervorragendem Interesse waren die Modelle der ausgestellten Eisbrecher, nämlich besonders des Eisbrechers No. II für die Elbe, erbaut nach den Plänen des bekannten Ingenieurs Steinhaus zu Hamburg von der Reiherstieg-Schiffswerft daselbst, und eines Eisbrechers für die Weichsel, erbaut von der Danziger Schiffbau- und Kesselschmiede-Actiengesellschaft. Dieser letztere zeichnete sich namentlich durch seinen geringen Tiefgang ($1,6^m$) aus.

Der Hamburger Dampfer hat 40^m Länge, $10,06^m$ Breite, $5,03^m$ bis $3,64^m$ Tiefgang, 600 ind. Pferdekräfte.

Auch die Hamburger Werften, besonders die Reiherstieg-Schiffswerft, die Werften von Blohm und Vofs, sowie Janssen und Schmilinsky, waren durch tüchtige Arbeiten vertreten; letztere besonders durch die Vorführung kleinerer (Flufs-) Schraubendampfer.

Modelle flachgehender Flufsdampfer waren besonders ausgestellt von der A.-G. Weser zu Bremen (Schlepper »Hannover« für die Oberweser, der sehr interessante Eigentümlichkeiten zeigte), von Ulrichs in Vegesack (Dampfer »Forelle«, 16 (?) Knoten laufend), ferner von Schichau in Elbing (Rheinschlepper).

Die Gruppe i enthielt auch natürlich eine gröfsere Anzahl einzelner Schiffsbestandtheile, sowie Proben verschiedener im Schiffbau verwendeter Materialien.

Besonders hervorzuheben sind in dieser Beziehung die Modelle der Firma Haniel und Lueg zu Düsseldorf, die grofsen Schmiedetheile des Eisen-Schiffbaues und des Schiffmaschinenbaues betreffend; beachtenswerth waren darunter die complicirten Steven, Ruder, Kurbelachsen und Anker der genannten Firma, auch die Materialproben derselben.

Für den Laien ganz unterhaltend, sonst aber ohne technischen Werth, war ein grofses Modell der Sandthor-Quaianlage zu Hamburg, überhaupt zeigte die Gruppe mehrere derartige Ausstellungsobjecte, welche wohl besser fern gehalten wären; zu tadeln wäre ferner das Hereinbringen einzelner englischer Ausstellungsobjecte, die nicht ganz dem Programme genügten. Diese Ausstellungsobjecte waren zudem keineswegs sehr hervorragender Natur.

Die Gruppe k umfafste schliefslich Kartenwerke und Bücher nautischen Inhaltes.

Glasfabrikation.

Die Glasindustrie hat sich in den letzten Jahren nach besseren Einrichtungen ihres Betriebes umgesehen. Die Hauptbetriebsvorrichtung für die Glasfabrikation ist der Glasofen; bis vor wenigen Jahren hatte man nur Glasöfen mit Häfen. Der Betrieb derselben war meist ein intermittirender, d. h. der Ofen diente in kurzem Wechsel als Schmelz- und Arbeitsofen. Nur wenige Oefen hatten Häfen, welche gleichzeitig zur Schmelze und Arbeit dienten. Mit der Einrichtung dieser Hafenöfen sind grofse Ausgaben für Häfen und Kohlen, sowie Verluste an Arbeitszeit und Herdglas verbunden.

Die intermittirende Benutzung dieser Oefen, welche verlangt, dafs dieselben sich innerhalb jeder 24 bis 30 Stunden eine gewisse Zeit lang in höchster Schmelztemperatur und während der übrigen Zeit in viel niedrigerer Arbeitstemperatur befinden, bringt viele der obigen Ausgaben und Verluste mit sich. Wenn die Schmelze beendet, mufs der Ofen, um wenig Zeit zu verlieren, so rasch als möglich abgekühlt werden. An vielen Orten befördert man die Abkühlung durch Einschüren eines grofsen Quantums Kohlen. Wenn die Arbeit beendet, und das Gemenge eingelegt, ist der Ofen so kalt geworden, dafs es mehrere Stunden dauert, bevor die Schmelzhitze erreicht ist. Durch wechselnde Erhitzung und Abkühlung leiden Oefen und Häfen. Die Glasgalle löst ferner den Thon des Hafens auf, wodurch das Glas verunreinigt und der Hafen zerstört wurde. Waren die Oefen nicht besonders darauf eingerichtet, so verlor man meistens auch das Herdglas.

Einen aufserordentlichen Fortschritt machte man durch Einführung der Wannenöfen, also durch Beseitigung der Häfen. Diese hatten zuerst auch nur intermittirenden Betrieb, d. h. dienten in aufeinanderfolgenden Zeiten als Schmelz- und Arbeitsöfen. Friedrich Siemens baute zuerst die grofsen continuirlichen Wannen, welche zu gleicher Zeit als Schmelz- und Arbeitswannen dienen. Die Siemens'sche continuirliche Wanne hatte ursprünglich eine Brücke zur Trennung des zu schmelzenden Glases von dem blanken Glase. Diese Brücke war sehr schwer haltbar zu machen. Siemens wendet nun die besonders construirten Schwimmer an, welche aber auch sehr leicht von der Glasgalle aufgelöst werden, also das Glas verunreinigen.

In neuerer Zeit geht man dazu über, die Schmelzwanne ganz von der Arbeitswanne zu trennen, die Schmelze und Arbeit aber doch gleichzeitig stattfinden zu lassen. Zu dem Ende mufs man also getrennte Schmelz- und Arbeitsöfen bauen und das geschmolzene Glas von ersteren zu letzteren auf irgend eine Weise überführen. Dahingehende Versuche sind von Hrn. Georg Lenffgen in Brunshausen bei Hamburg gemacht. Die Resultate sollen sehr günstig sein, obgleich man, dem Vernehmen nach, wegen örtlicher Verhältnisse vorläufig von einer directen Ueberführung des noch flüssigen Glases aus der Schmelz- in die Arbeitswanne absehen mufste. Lenffgen soll sogar noch Vortheile darin finden, das in einem drehbaren Wannenofen geschmolzene Glas auszugiefsen und in Hafenöfen alter Construction wieder einzuschmelzen, um dasselbe dann zu verarbeiten.

Die Erhaltung der Schmelzhitze in dem Schmelzofen, das Einlegen des Gemenges unmittelbar nach dem Ausgiefsen des fertigen Glases und der sofortige Beginn einer neuen Schmelze müssen also grofse Vortheile an Zeit und Geld bieten, wenn dadurch die Kosten für die Wiedereinschmelzung des ausgegossenen, erkalteten Glases gedeckt werden können. Wenn man aber in einer besonderen Schmelzwanne continuirlich schmelzen und aus einer besonderen Arbeitswanne continuirlich arbeiten, also alle oben aufgezählten Vortheile ohne nochmalige Einschmelzung des fertigen Glases erreichen will, so ist folgende Anordnung anwendbar:

Man stellt die Schmelzwanne höher als die Arbeitswanne und in deren Nähe auf. Das blank geschmolzene Glas sticht man aus ersterer in letztere ab; Schmelze und Arbeit finden also gleichzeitig, aber in getrennten Räumen statt. In der Schmelzwanne ist immer Schmelzhitze, in der Arbeitswanne immer die zu der Arbeit nöthige Temperatur.

Eine gröfsere Anlage dieser letzteren Art ist im Herbst vorigen Jahres von dem Ingenieur Lürmann in Osnabrück auf der Glashütte der Herren Harbers, Schultze & Co. in Oldenburg gebaut und anfangs Januar d. J. in Betrieb gesetzt. Der Schreiber dieses hatte Gelegenheit, die Anlage und deren Betrieb zu besichtigen, und scheint dieselbe im Ganzen gelungen zu sein.

Die Anlage besteht aus zwei mit einander combinirten Schmelzwannen, welche jedoch so von einander getrennt sind, dafs man in jeder eine andere Sorte Glas schmelzen kann. Es sind deshalb auch zwei getrennte Arbeitswannen vorhanden; das Product sind Flaschen. Jede Arbeitswanne hat 6 Arbeitsstellen, zusammen sind deren also 12 für 18 Glasmacher pro 12stündige Schicht mit 10 Arbeitsstunden vorhanden. Es wird Tag und Nacht gearbeitet und genügen die jetzt vorhandenen Arbeitsöfen also für 36 Glasmacher pro 24 Stunden. Man soll jedoch in den vorhandenen Schmelzwannen viel mehr Glas in 24 Stunden blank schmelzen können, als diese 36 Glasmacher verarbeiten, und deshalb beabsichtigen, noch mehr Arbeitsstellen zu schaffen. Der Abstich des Glases aus der Schmelzwanne in die Arbeitswanne macht gar keine Schwierigkeiten. Die Schwimmer oder Kränze in den Arbeitswannen können viele Monate halten, weil sie gar nicht mit Glasgalle in Berührung kommen. Nach dem Abstich wird sofort wieder neues Gemenge eingelegt, welches innerhalb 11 bis 12 Stunden blank geschmolzen werden kann. Die Gase werden durch sogenannte Gröbe-Lürmann-Generatoren erzeugt. (D. R.-P. 549.)

Eine dortige ältere Hafenofenanlage mit denselben Generatoren, ebenfalls von dem Ingenieur Lürmann erbaut, ist kürzlich von diesem auch in eine Wannenofenanlage umgeändert. Aus dieser, welche 12 Arbeitsstellen für zusammen 24 Glasmacher hat, wird intermittirend gearbeitet, es wird also in demselben Raum geschmolzen, aus welchem gearbeitet wird. Die Schmelze dauert in dieser Wanne 15 bis 16 Stunden; die Arbeit 8 bis 9 Stunden. Der Kohlenverbrauch beträgt 4600^{kg} pro 24 Stunden. Es wird an Kohlen eine Mischung von 6 Theilen Grufsflammenkohlen aus Westfalen mit 1 Theil Piesberger Anthracit-Grufskohlen gebraucht. Es sind dies die zu erlangenden geringwerthigsten Kohlen dortiger Gegend.

Die befriedigenden Resultate der Wannenöfen, welche auch für die kleinsten Glashüttenbetriebe ausgeführt werden können, werden bald zu vielfachen Anwendungen derselben führen, weil sie wesentliche Vortheile gegenüber den Hafenöfen haben.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 45/46.

A. K

Gemischte Adhäsio
der Grube Friedrichs

Gleisanlage bei Ahl

Die Lahn

Erzmagazin

Lagerplatz für Kohlen

Lagerplatz bei Ahl

Staats-Eisenbahn

Arbeiterwohnhäuser Eigenthum der Emser Werke

Restoim

Eigenthum der Emser Werke

Centesimal Waage u. Wohnhaus

Untere Halde

Bezeichnung für:

Adhäsionsbahn

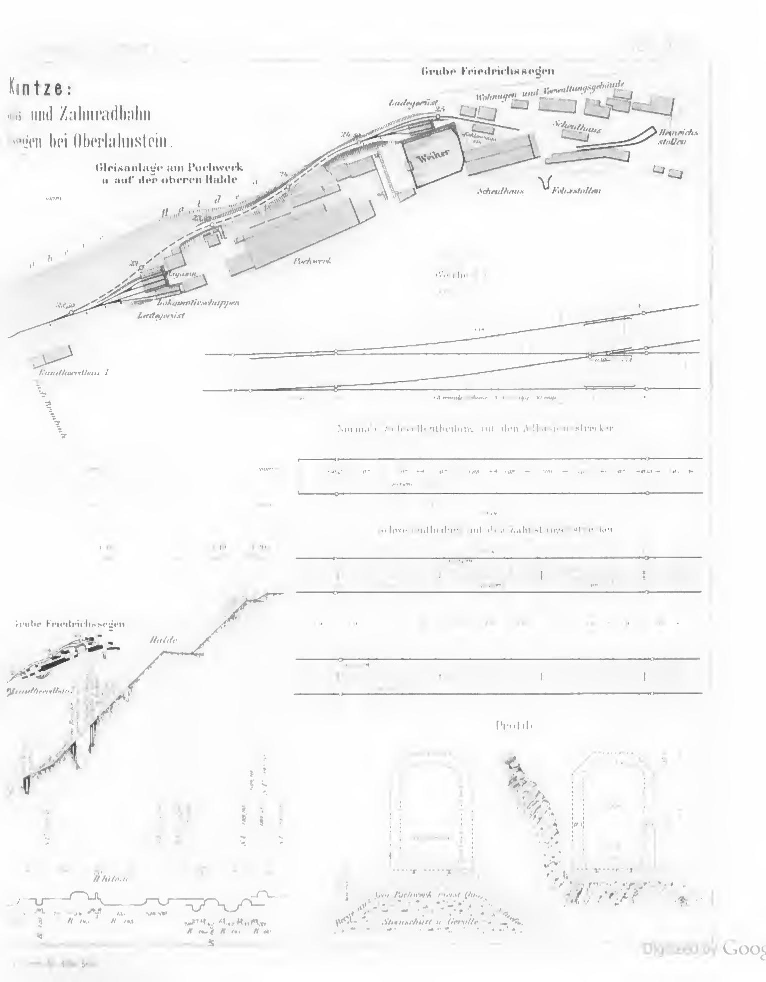
Zahnradbahn

Aufbereitung Rundheerdbau III

Rundheerdbau II

Situation und Längenprofil

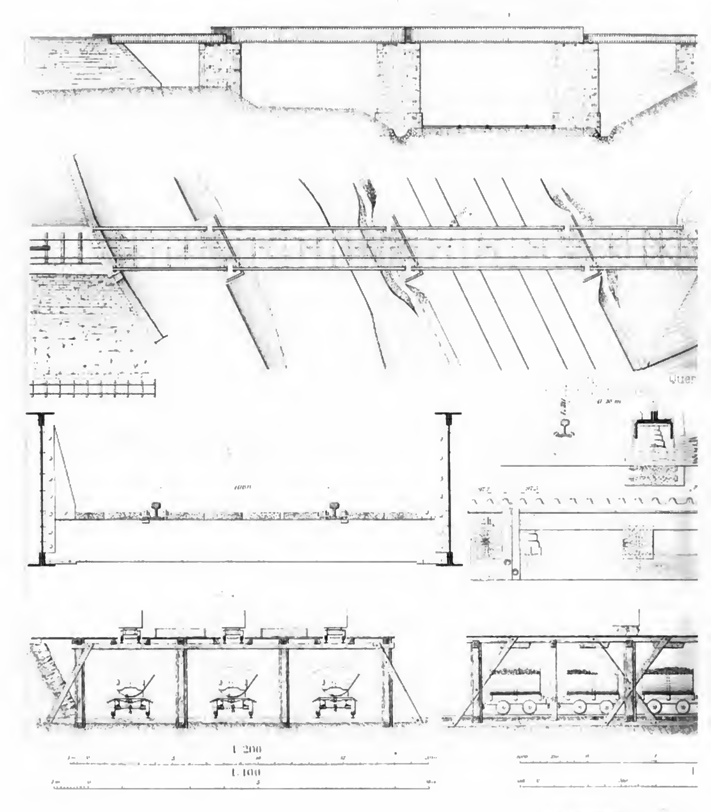
Halde

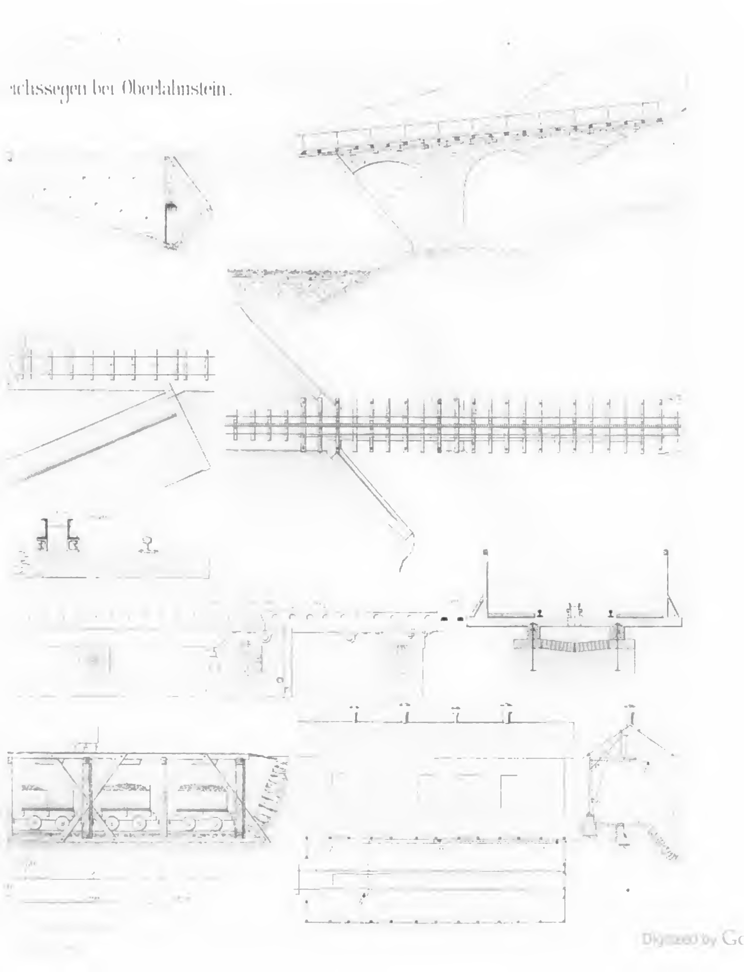


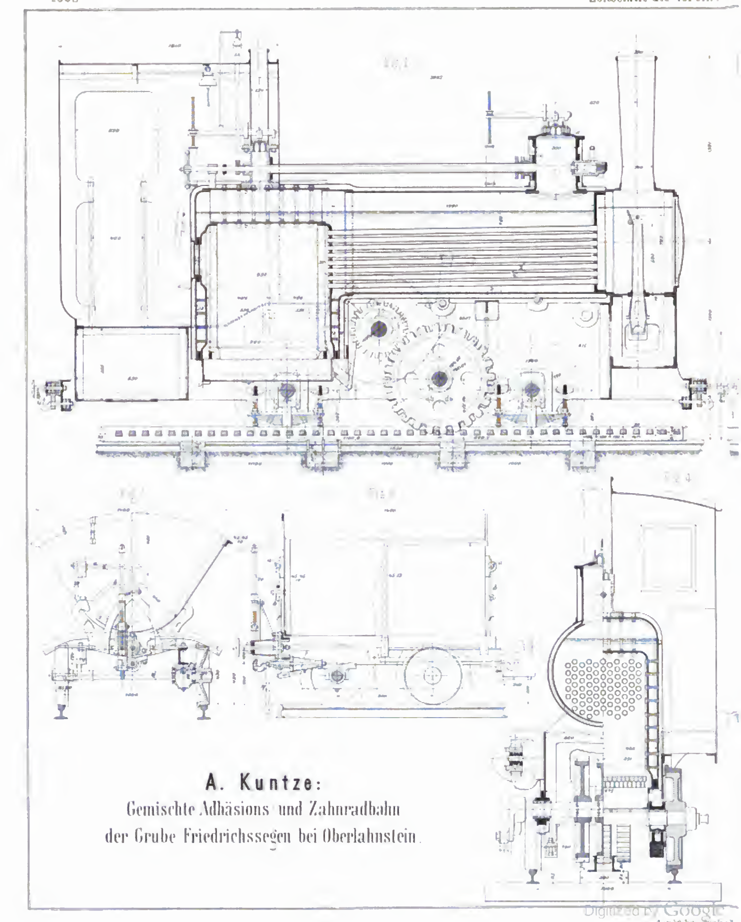
Kintze:
und Zahnradbahn
gen bei Oberlahnstein.
Grube Friedrichssegen
Gleisanlage am Pochwerk
u. auf der oberen Halde
Ladegerüst
Weiher
Schachthaus
Heinrichs stollen
Pochwerk
Lokomotivschuppen
Ladegerüst
Profile
Grube Friedrichssegen
Halde
Steinschutt u. Gerölle

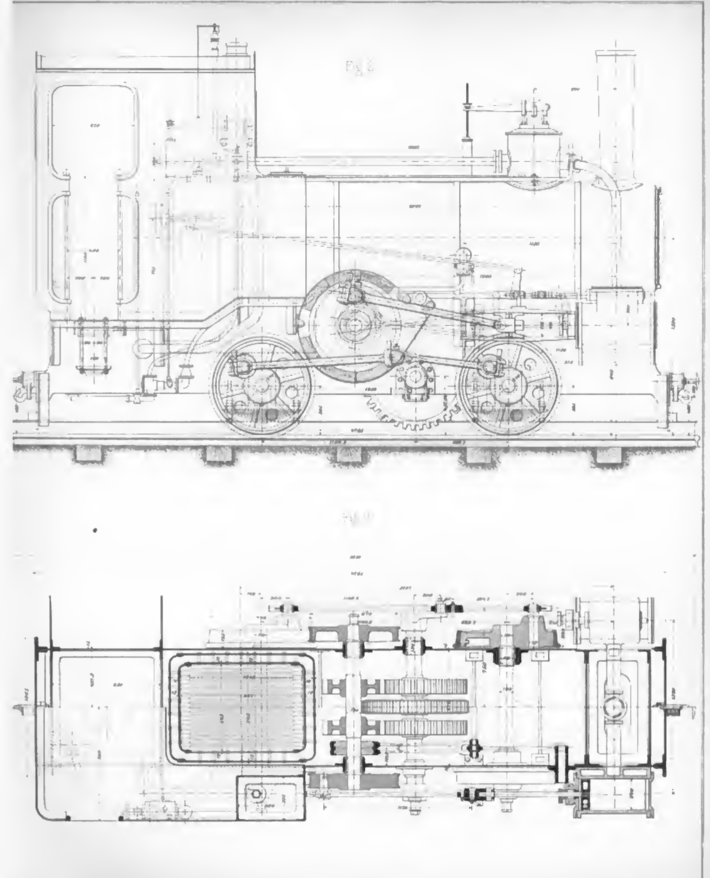
A. Kuntze: Gemischte Adhäsions- und Zahnradbahn der Grube Fried

Spurweite 1m.




achssegen bei Oberlahnstein.


A. Kuntze:
Gemischte Adhäsions und Zahnradbahn
der Grube Friedrichssegen bei Oberlahnstein.


Fig. 8
Fig. 9

dieser Summe sind die zur Herstellung des Bahnplanums zwischen den Stationen 21 und 23 aus der Halde daselbst transportirten Massen nicht enthalten; dieselben betrugen ca. 9000^{cbm}. Jedoch genügten diese Massen zu den Anschüttungen für den Bahnkörper und die Wege-Verlegungen noch nicht vollständig, und wurden nach Inbetriebnahme der Bahn die von dem Pochwerk abzufahrenden Berge (täglich 25 bis 30 Wagenladungen) zur Fertigstellung dieser Anschüttungen und auch als Bettungsmaterial für den Oberbau verwendet. (Fig. 3 und 4, Taf. XII.) Bei dem bedeutenden Längengefälle der Bahn und der geringen Länge der einzelnen Einschnitte wurde die Anlage von Seitengräben nicht für nöthig gehalten; nur an einzelnen Stellen sind neben dem Bahnkörper schmale Gräben zur Trockenhaltung desselben aufgeworfen.

Brücken, Durchlässe, Trockenmauerwerk und Wegeverlegungen.

Zur Ueberführung der Grubenbahn über die Staats-Eisenbahn, über den Bach und den durch das Thal führenden Weg war die Herstellung von vier gröfseren Bauwerken erforderlich. Das bedeutendste derselben ist die Ueberbrückung der Staatsbahn und des neben liegenden Parallelweges bei Station 1,5 (Fig. 1, 2 u. 3, Taf. XIII). Die Brücke schneidet die Staatsbahn unter einem Winkel von 64° 30'; sie hat 2 mittlere Oeffnungen von je 8,5^{m} und 2 Endöffnungen von je 5,34^{m} normaler Lichtweite, die mit Blechträgern überspannt sind. Die lahnwärts gelegene Endöffnung ermöglicht eine bequeme, von dem vorbeiführenden Wege unabhängige Verbindung der beiderseits der Grubenbahn liegenden Theile des Lagerplatzes (Fig. 5, Taf. XII).

Die drei Brücken zwischen den Stationen 18 und 20 (Fig. 2, Taf. XII) sind gewölbt; die beiden ersten haben je eine Oeffnung von 5^{m}, die letzte hat 2 Oeffnungen von 6^{m} und 5^{m} normaler Lichtweite. In den Fig. 4, 5 u. 6, Taf. XIII, ist die letztere Brücke dargestellt und die Construction dieser Brücken daraus zu ersehen. Die Gewölbe und die zu einem Mauerkörper vereinigten Parallelflügel haben eine Breite von nur 1,8^{m}. Auf dem mit einer Ziegelrollschicht abgedeckten Mauerkörper sind 2 Langschwellen aus 20 × 20^{cm} starkem Eichenholz gelagert und in Entfernungen von circa 1,4^{m} durch eingemauerte Ankerbolzen mit demselben verbunden; auf diesen Langschwellen, deren Entfernung von einander 1,25^{m} beträgt, ruhen die 15 × 15^{cm} starken Querschwellen aus Eichenholz, welche die Schienen und die Zahnstange tragen.

Aufser diesen Bauwerken wurden noch circa 250 lfd. Meter gemauerte Durchlässe zur Unterführung des Baches unter dem Bahnkörper hergestellt. Zur Vermeidung von Niveau-Kreuzungen der Bahn mit dem Wege war eine Verlegung des letzteren auf eine Länge von circa 500^{m} erforderlich. Die Böschungen des Bahnkörpers mufsten an vielen Stellen zum Schutze gegen Wasserspülung und zur Erreichung steilerer Steigungen mit Steinpflaster versehen werden, und wurden zu diesem Zwecke an 1200^{cbm} Trockenmauerwerk ausgeführt.

Die Mauerkörper der sämmtlichen Bauwerke sind aus Bruchsteinen mit Kalkmörtel ohne Schichtsteinverblendung hergestellt. Das Steinmaterial für die Ueberbrückung der Staatsbahn — eine sehr feste Grauwacke — lieferte ein in der Nähe der Baustelle lahnabwärts liegender Steinbruch; die Ecksteine für die Pfeiler wurden aus demselben Materiale hergerichtet. Zu allen übrigen Bauwerken, zu den Durchlässen und dem Trockenmauerwerk fanden die besseren der bei den Felsarbeiten gewonnenen schiefrigen Bruchsteine Verwendung. Die in Mörtelmauerwerk hergestellten Mauerkörper sind mit Ziegelstein-Rollschicht abgedeckt; die Auflagersteine für die eisernen Ueberbauten und die Anfänger der Rollschichten sind Pfälzer Sandsteine. Die offenen Fugen der sichtbaren Mauerflächen wurden bei noch frischem Mörtel mit Trafsmörtel glatt verstrichen; Cement fand nur zum Vergiefsen der Auflagerplatten der eisernen Ueberbauten und der Mittelstütze der gröfseren Drehscheibe Verwendung.

Die im Vorstehenden näher beschriebene Construction der massiven Brücken, welche für Bahnen, die mit geringerer Geschwindigkeit befahren werden, durchaus empfehlenswerth ist, erfordert nur geringe Mauermassen von einfachster Form. Da dieselben zudem nur auf Druck beansprucht werden, so ist die Verwendung von minderwerthigem Steinmaterial zur Herstellung derselben ohne Bedenken, und konnten somit diese Bauwerke durch Benutzung der an Ort und Stelle sich vorfindenden Materialien äufserst billig hergestellt werden, wie sich dies aus der Zusammenstellung der Kosten auf S. 178 ergiebt.

Oberbau.

Die sehr kräftigen Stahlschienen sind 95^{mm} hoch, im Kopf 50^{mm}, im Fufs 95^{mm} breit und im Steg 12,7^{mm} dick und wiegen 25^{kg} pro lfd. Meter. Dieselben ruhen auf eichenen Querschwellen von 1,8^{m} Länge, 18^{cm} Breite und 13^{cm} Dicke. Auf der Adhäsionsbahn beträgt die Entfernung der Schwellen von einander 1,07^{m} (Fig. 7, Taf. XII); auf der Zahnradbahn ist dieselbe durch die 3^{m} langen Zahnstangensegmente bedingt zu 1^{m}. Unter den Zahnstangenstöfsen liegen Schwellen von 1,8^{m} Länge, 24^{cm} Breite und 15^{cm} Dicke. Die Schienen wurden von den Rheinischen Stahlwerken als Ausschufsschienen einer gröfseren Lieferung für den Preis von 170 ℳ pro 1000^{kg} loco Hütte geliefert. Die normale Länge der Schienen beträgt 9,14^{m} (30' engl.); ein kleinerer Theil derselben ist 8,53^{m} (28' engl.), 7,93^{m} (26' engl.) und 7,32^{m} (24' engl.) lang. Die Schienenstöfse sind auf der Adhäsionsbahn schwebend, auf der Zahnradbahn schwebend oder fest angeordnet, je nachdem die unveränderliche Schwellentheilung von 1^{m} auf der Zahnradbahn dies bedingte. Aus Fig. 7, Taf. XII ist die Anordnung der Schienenstöfse und die Vertheilung der Schwellen zu ersehen. Da besondere Curvenschienen nicht vorhanden waren und die geringste Differenz in den Längen der Schienen 0,61^{m} betrug, so konnte ein Verschieben der gegenüberliegenden Schienenstöfse gegeneinander um $\frac{0{,}61}{2} = 0{,}3^{m}$ in den Curven nicht vermieden werden. Die Schienen sind mit 12^{mm} starken Hacknägeln auf den Schwellen befestigt; gegen das Wandern zu Thal wurden die Schienen nur in den Steigungen 1 : 10 gesichert, und zwar jede Schiene durch 4 Stück Holzschrauben von 10^{mm} Durchmesser, die direct durch den Schienenfufs in die Schwellen geschraubt wurden.

In den Curven sind die Geleise mit Ueberhöhung und Spurerweiterung nach folgenden Angaben verlegt:

Radius der Curve	Spurweite	Ueberhöhung
145^{m}	1,007^{m}	4^{cm}
120^{m}	1,010^{m}	7^{cm}
100^{m}	1,010^{m}	8^{cm}
40^{m}	1,015^{m}	10^{cm}.

Die passendste Ueberhöhung wurde in der ersten Zeit des Betriebes durch Beobachtung des Ganges der Maschine in den Curven bestimmt.

Der wesentlichste Constructionstheil der Zahnradbahn — die Riggenbach'sche Zahnstange und die Einfahrtsstücke zu derselben — sind in den Figuren 7, 8 u. 9, Taf. XIII, dargestellt. Die Zahnstange besteht aus zwei ⊏-Eisen mit

ungleichen Flanschen, zwischen welche die trapezförmigen, aus Walzeisen hergestellten Zähne eingenietet sind. Die einzelnen Zahnstangensegmente haben eine Länge von 2,995 m und wurden bei mittlerer Temperatur mit einem Zwischenraume von 2 mm verlegt. Die Zahntheilung beträgt 100 mm und die Breite der Zahnstange (zwischen den ⊏-Eisen) 120 mm; die Oberkante der 120 mm hohen ⊏-Eisen liegt 110 mm über S.-O. An den Stöfsen ruht die Zahnstange mittelst gufseiserner Sattelstücke und dazwischen mittelst hölzerner Futterstücke auf den Querschwellen; die Verbindung zwischen den einzelnen Theilen wird an den Stöfsen durch Mutterschrauben, an den mittleren Stützpunkten durch starke Holzschrauben hergestellt.

Auf den gewölbten Bauwerken zwischen den Stationen 18 u. 20 sind die Querschwellen gegen die mit dem Mauerwerk durch Anker verbundenen Langschwellen festgelegt; eine Festlegung der Querschwellen an anderen Stellen durch Mauersätze oder sonstige Constructionen hat nicht stattgefunden. Es wurde angenommen, dafs die Reibung der belasteten Holzschwellen auf dem scharfkantigen Bettungsmaterial ein Wandern des Oberbaues, welches schon durch die vielen Contrecurven bedeutend erschwert ist, wirksam verhindern würde, und hat sich dies bis jetzt durch die Erfahrung bestätigt; auch wurde ein merkliches Wandern der gegen die Schwellen nicht festgelegten Schienen in den Steigungen 1 : 20 und darunter nicht beobachtet.

Die Einfahrtsstücke in die Zahnstange (Fig. 7 und 9, Taf. XIII) sind aus Walzeisen (Winkeleisen und Platte) hergestellt. Dieselben sind durch Charniere mit den festen Anfangsstücken der Zahnstange verbunden und werden durch starke Spiralfedern in der oberen Lage, welche durch gekröpfte Winkeleisen begrenzt ist, gehalten. Das Ganze ruht auf einem Rost von starken Eichenschwellen.

Die Wirkung dieser Einfahrtsstücke zur Vermittelung des sicheren Eingriffs des Zahnrades der Maschine in die feste Zahnstange ohne Störung der Fahrt beruht im Wesentlichen auf der Differenz der Zahntheilungen des Einfahrtsstückes und des Zahnrades der Maschine. Ersteres hat eine Theilung von 97,5 mm, letzteres eine solche von 100 mm, so dafs sich beim Einfahren die relative Lage der Zähne des Zahnrades und des Einfahrtsstückes gegen einander mit jedem Zahn um die Differenz der Theilungen, das ist um 2,5 mm, zu verschieben sucht. Trifft beim Einfahren Zahn auf Zahn, so wird das Einfahrtsstück niedergedrückt, und zwar so lange, bis sich die Zähne des Einfahrtsstückes und des Zahnrades um die Summe der beiden Kopfbreiten, das ist um circa 60 mm gegen einander verschoben haben. Dies tritt ein nach einem Vorrücken der Maschine um in maximo $\frac{60}{2,5} = 24$ Zähne; dann greifen die Zähne des Zahnrades in die Zahnlücken des Einfahrtsstückes ein, und nun mufs letzteres durch die Spiralfedern so kräftig in der oberen Lage gehalten werden, dafs die Reibung zwischen den Zahnflanken nicht im Stande ist, dasselbe niederzudrücken. Ist dies der Fall, so müssen die Adhäsionsräder um ein Geringes schleifen, und die richtige Einfahrt in die feste Zahnstange ist erreicht. Diese Einrichtung functionirt unter den vorliegenden Verhältnissen so sicher, dafs bis jetzt, nachdem die Maschine die verschiedenen Einfahrten wohl an 20000 mal passirt hat, noch keinerlei Störung stattgefunden hat.

Anordnung und Einrichtung der Lade- und Entladestellen.

Bei der Projectirung der Bahnanlagen verursachte die Rücksicht auf eine bequeme Anordnung und Einrichtung der Lade- und Entladestellen bei der grofsen Beschränktheit des dazu verfügbaren Terrains am Pochwerk und auf der oberen Halde ziemliche Schwierigkeiten. Da aber bei den verhältnifsmäfsig geringen Transportweiten ein bedeutender Procentsatz der bei dem Transport zu leistenden Arbeit auf das Be- und Entladen der Wagen entfällt, so war eine besondere Rücksichtnahme hierauf durchaus geboten.

An der Bahn beginnt das Hauptgeleise auf dem Lagerplatz für Kohlen dicht vor dem alten Erzmagazin (Fig. 5, Tafel XII). Die von hier strahlenförmig abzweigenden Nebengeleise schliefsen sich in ihrer Höhenlage dem Lagerplatz möglichst an, so dafs die mit Plattenbelag versehenen Lagerstellen für Erze ohne wesentliche Umgestaltung auch fernerhin für denselben Zweck benutzt werden konnten. Die nach den Erzmagazinen führenden Geleise stehen durch Drehscheiben mit den übrigen Geleisen in Verbindung; die auf dem Kohlenlagerplatz liegende kleine, gufseiserne Drehscheibe dient nur zum Drehen von Wagen, während auf der vor dem neuen Erzmagazin liegenden Drehscheibe von 12 Tonnen Tragfähigkeit auch die Maschine gedreht werden kann. Die Weichen sind Zungenweichen gewöhnlicher Art; Fig. 8, Taf. XII zeigt die geometrische Construction derselben.

Die Geleisanlagen am Pochwerk und auf der oberen Halde sind in Fig. 6, Taf. XII dargestellt. An dem Pochwerk sind 3 Ladegeleise vorhanden, welche unter einem Ladegerüst, dessen Construction die Fig. 10 u. 11, Taf. XIII zeigen, endigen. Das 4. Geleis führt nach dem Locomotivschuppen und nach der in demselben befindlichen Wasserstation. Schienenoberkante dieser Geleise liegt 2,2 m tiefer, als der Fufsboden des Pochwerkes und des umliegenden Terrains und 0,3 m tiefer, als der höchste Punkt der thalwärts führenden Rampe (Fig. 2, Taf. XII). Durch letztere Anordnung in der Höhenlage der Geleise ist ein bis zu einer bestimmten Grenze absolut sicher wirkendes Hindernifs gegen das Durchgehen der per Hand in den Ladegeleisen bewegten Wagen geschaffen.

Die Geleise für die kleinen Grubenwagen, mittelst deren der Transport der Erze und Berge aus dem Pochwerk erfolgt, sind in 3 Strängen bis auf das Ladegerüst über die Ladegeleise geführt, so dafs die kleinen Grubenwagen direct durch Kippen in die unten stehenden Wagen entleert werden können. (Fig. 10 und 11, Taf. XIII.) In dem ersten Geleise werden die Berge, in den beiden anderen Erze geladen. Solche Erze, die nicht in kurzer Zeit eine Wagenladung ergeben, werden auf dem Ladegerüst zwischen den Geleisen oder in dem nebenliegenden Magazin angesammelt und müssen bei genügendem Vorrath per Schaufel verladen werden. Auf der oberen Halde führen nur zwei Geleise unter das Ladegerüst, weil hier nur Erze und keine Berge zu verladen sind; im übrigen ist die Einrichtung dieselbe wie am Pochwerk.

Das bis auf das Plateau der oberen Halde führende Geleis dient zum Transport der Kohlen in das Kohlenmagazin; auch werden in diesem Geleise Spatheisensteine, welche direct aus der Grube kommen, verladen. Bei *a* (Fig. 6, Taf. XII) sind Stürzrollen zur Aufnahme der für das Pochwerk bestimmten Kohlen angelegt.

Aehnliche Einrichtungen zum Be- und Entladen der Wagen sind im verflossenen Sommer auch am Rundherdbau III gleichzeitig mit der Erbauung einer magnetischen Aufbereitung gemacht worden. (Fig. 1, Taf. XII.) Das bei Station 3 angelegte todte Geleis soll zum Auffangen flüchtiger Wagen dienen. (Fig. 5, Taf. XII.)

Locomotivschuppen und Wasserstation.

An der in Fig. 6, Taf. XII bezeichneten Stelle unterhalb des Pochwerkes ist der in den Fig. 12, 13 und 14, Taf. XIII

dargestellte Locomotivschuppen für 2 Maschinen erbaut. Die Breitendimension desselben ist so bemessen, dafs eine Aufstellung von Hebeböcken zum Hochnehmen der Maschine behufs Auswechselung von Achsen oder zur Ausführung sonstiger Reparaturen bequem erfolgen kann. In dem hinteren Theile des Schuppens sollten eine fahrbare Feldschmiede, eine Werkbank mit Schraubstock und Schränke zur Aufbewahrung von Oel, Putzwolle und von kleineren Reservestücken für Locomotive und Wagen Aufstellung finden.

In dem an den Schuppen stofsenden alten Gebäude ist ein hölzernes Wasserreservoir von ca. 2 ^{cbm} Inhalt aufgestellt; dasselbe erhält Wasser aus dem oberhalb des Pochwerkes hoch gelegenen Sammelweiher (Fig. 6, Taf. XII) durch dieselbe Leitung, welche auch das Pochwerk mit Wasser versorgt. Dieses Wasser, welches stets zur Speisung der Dampfkessel im Pochwerk benutzt wird, ist jedoch bei geringem Wasservorrath im Weiher sehr trübe, und entnimmt die Locomotive zu solchen Zeiten ihr Wasser einem kleinen Reservoir in Ahl, welches mittelst einer Handpumpe mit Lahnwasser gefüllt wird. Die Leitung aus dem erst erwähnten Reservoir nach dem Locomotivschuppen besteht aus 5 ^{cm} weiten schmiedeisernen Röhren; bei *a* (Fig. 13 und 14, Taf. XIII) ist ein Hahn zum Auswaschen des Kessels, bei *b* ein solcher zum Füllen des Wasserkastens der Locomotive und bei *c* der Absperrhahn angebracht. In dem vorderen Theile des Schuppens bei *d* ist das Kohlenmagazin für die Locomotive eingerichtet, so dafs dieselbe gleichzeitig Kohlen und Wasser einnehmen kann.

Betriebsmittel.

An Betriebsmitteln wurden zunächst 1 Locomotive und 18 Wagen und späterhin noch 6 Wagen beschafft.

Die Zahnrad-Locomotive ist nach den Plänen des Ingenieurs Riggenbach in der Hauptwerkstatt Olten der Schweizerischen Centralbahn gebaut. Dieselbe ist eine zweiachsige Tendermaschine mit horizontal liegendem Kessel (Fig. 1 bis 4, Tafel XIV), welche sich von den gewöhnlichen Locomotiven besonders dadurch unterscheidet, dafs die Schubstange nicht direct an der Triebachse, sondern an einer Zwischenwelle angreift. Letztere überträgt die Kraft durch zwei symmetrisch zur Längsachse der Maschine angeordnete Zahnräderpaare auf die Haupttriebwelle, welche in der Mitte das in die Zahnstange eingreifende Triebrad trägt. Mit dieser Haupttriebwelle sind die Achsen der Adhäsionsräder durch Kuppelstangen verbunden.

Die wesentlichen Verhältnisse von Maschine und Kessel sind folgende:

Cylinderdurchmesser	240 ^{mm}
Kolbenhub	450 ^{mm}
Durchmesser der Adhäsionsräder	770 ^{mm}
Theilkreisdurchmesser des Zahnrades	764 ^{mm}
Uebersetzungsverhältnifs zwischen den Zahnrädern	23 : 40
Radstand	1850 ^{mm}
Spurweite	1000 ^{mm}
Innerer Durchmesser des Kessels	762 ^{mm}
Länge des Kessels zwischen den Rohrwänden	1980 ^{mm}
Innere Breite der Feuerkiste	662 ^{mm}
» Länge » »	932 ^{mm}
Anzahl der Sicderöhren	75
Durchmesser der Siederöhren	41 u. 45 ^{mm}
Directe Heizfläche	3,90 ^{qm}
Indirecte Heizfläche	21,10 ^{qm}
Totale (wasserberührte) Heizfläche	25,00 ^{qm}
Rostfläche	0,62 ^{qm}
Dampfdruck	9 ^{atm}
Länge der Locomotive incl. Buffer	5230 ^{mm}
Gröfste Breite derselben	1800 ^{mm}
» Höhe »	3100 ^{mm}
Gewicht im Dienst	11,8 ^{t}
Leergewicht	10,0 ^{t}.

Die Blechstärke des cylindrischen Kessels sowie des Domes ist 10 ^{mm}, die der kupfernen Feuerbüchse 12 ^{mm}. Der Dampf wird aus dem auf dem vorderen Theil des Langkessels befindlichen Dom entnommen; zwischen diesem und dem über der Feuerbüchse angebrachten Ventilkopf ist aufserhalb des Kessels ein Rohr eingeschaltet, welches dem Dampf beständige Circulation gestattet, wenn auch die Feuerbüchse auf der Steigung der Bahn ganz mit Wasser gefüllt ist.

Für die Sicherheit des Betriebes sind die Bremseinrichtungen der Locomotive von wesentlichster Bedeutung. Zur Regulirung der Geschwindigkeit der Thalfahrt wird die von dem Ingenieur Riggenbach erfundene Luftbremse benutzt. Soll dieselbe in Thätigkeit gesetzt werden, so schliefst der Führer mittelst einer Handhabe von seinem Stande aus zunächst die Oeffnung des Ausströmungsrohres in der Rauchkammer durch einen Deckel; zugleich öffnet sich ein Hahn, der unter der Rauchkammer im Ausströmungsrohre angebracht ist, so dafs dasselbe dann direct mit der äufseren Luft in Verbindung steht. Wird jetzt mittelst der Steuerung gebremst, so tritt die reine Luft aus dem Ausströmungsrohre in die Cylinder und wird hier beim Rückgange des Kolbens comprimirt. Die comprimirte Luft kann nicht durch den fest geschlossenen Regulator, welcher, abweichend von der gewöhnlichen Construction, nicht aus einem Schieber, sondern aus einem Scheibenventil besteht, in den Kessel dringen, sondern mufs aus dem Dampfeinströmungsrohre durch ein 3 ^{cm} weites, unter den Führerstand geleitetes Rohr, austreten. Dieses Rohr kann vom Führer mittelst eines Hahnes mehr oder weniger geschlossen werden, und regulirt der Führer durch Handhabung dieses Hahnes bei der Thalfahrt auf einfachste Weise die Geschwindigkeit des Zuges. Schliefst der Führer den Hahn ganz, so kommt der Zug in kurzer Zeit zum Stillstand. Die mit der Compression der Luft verbundene Erhitzung wird durch Zuführung eines feinen Wasserstrahles in die Cylinder unschädlich gemacht; das Wasser wird in Dampf verwandelt und tritt mit der Luft gemischt aus dem Rohre aus. Aufser dieser Luftbremse ist die Maschine noch mit einer äufserst kräftigen Bandbremse, welche auf zwei besondere Bremsscheiben auf der Zwischenwelle wirkt, ausgerüstet. Letztere Bremse wird von dem Heizer bedient, und dient zum Anhalten beim Rangiren und als Reservebremse bei der Thalfahrt, wenn ein plötzliches Anhalten nothwendig ist.

Wagen. Zum Transport der früher angegebenen Materialien dienen 24 Stück eiserne, muldenförmige Kippwagen von 1 ^{cbm} Inhalt und 2500 ^{kg} Tragfähigkeit (Fig. 5 u. 6, Taf. XIV). Dieselben haben 800 ^{mm} Radstand, eine Länge von 2150 ^{mm} (incl. Buffer), eine Breite von 1500 ^{mm} und eine Höhe von 1400 ^{mm}. Der Durchmesser der 4 Schalengufsräder beträgt 430 ^{mm}; die Breite der Laufflāche derselben 85 ^{mm}. Die Langträger der Wagen sind ⊏-Eisen; dieselben liegen zwischen den Rädern und tragen 3 Querschienen, auf welchen der muldenförmige Kasten ruht. In seiner normalen Lage wird der Kasten durch die beiden an den Stirnseiten angebrachten Bügel *b* gehalten, welche unter die Haken der am Untergestell befestigten Führungseisen *f* greifen. Werden die Achsen *a*, an deren excentrischen Endzapfen die Bügel hängen, mittelst der Handhabe gedreht, so kommen die Bügel in eine so tiefe

Lage, dafs sie aus den Haken frei werden und aufgeklappt werden können. Der Wagenkasten ist dann frei und kann durch Kippen nach einer der beiden Langseiten entleert werden. Die Bewegung der Wagenkasten beim Kippen und die äufserste Stellung derselben ist bestimmt durch die festen, cyclisch geformten Führungseisen und die mit den Wagenkasten fest verbundenen Stifte *s*, welche an den Führungseisen vorbei gleiten. Der Inhalt der Kasten fällt beim Kippen ziemlich weit vom Geleise, so dafs ein Verschütten desselben nicht stattfindet; der Zug kann also nach dem Entleeren der Wagen sofort weiter fahren. Auf die geschilderte Weise wird ein ganzer Zug in wenigen Minuten von 2 Mann (den beiden Bremsern) mit geringer Mühe entleert. Sämmtliche Wagen sind mit Bremsvorrichtungen für beide Achsen versehen; sie haben ein Gewicht von 950 kg und sind von R. Leder in Quedlinburg für den Durchschnittspreis von 650 ℳ pro Stück (incl. Fracht) geliefert.

3. Bauausführung.

In den Monaten Februar und März 1880 wurden die Erd- und Felsarbeiten mit einer geringen Zahl Arbeiter an verschiedenen Stellen in Angriff genommen. Anfangs April übernahm der Verfasser die Leitung des Baues, und datirt von diesem Termin ab der eigentliche Beginn der Bauausführung. Mit Ausnahme einzelner Arbeiten an dem Locomotivschuppen geschah die Ausführung der sämmtlichen Arbeiten in Regie.

Ende August waren die gröfseren Bauwerke fertig gestellt und die Felsarbeiten fast vollendet. Mit den aus den Felseinschnitten gewonnenen Materialien, die theilweise zur Herstellung von Mauerwerk benutzt worden waren, konnte der Bahnkörper zwischen den Stationen 11 und 19 nur so weit geschüttet werden, dafs das Legen des Geleises auf demselben eben möglich war. Das Geleise mufste aber gelegt werden, um mit den unterdefs angelieferten Betriebsmitteln (Maschine und 8 Wagen) den Transport von Material aus dem Felseinschnitte bei Station 11 nach dem Damme bei Station 19/20 bewirken zu können, zu dessen Fertigstellung das aus dem Einschnitte bei Station 20/21 gewonnene Material nicht genügte. Die Zahnstangenstrecke von Station 18,5 ab war sorgfältig auf dem fertigen Bahnkörper verlegt: auf der Adhäsionsbahn war aber die richtige Höhe des Dammes an vielen Stellen noch nicht erreicht, so dafs hier Steigungen von 1 : 16 auf kürzere Strecken mehrfach vorkamen. Ende September war der Damm durch den Weiher bei Station 19/20 endlich auf richtige Höhe geschüttet, so dafs das Geleise und die Zahnstange über denselben weggelegt werden konnten. Nun begann der Transport von Material aus der Halde bei Station 21. Die Maschine drückte die Wagen bis an das äufserste Ende der Zahnstange und wurden dieselben dann auf einem provisorisch gelegten Geleisstück per Hand bis zur Ladestelle transportirt. Stückweise wurde so das Planum in der Halde fertig gestellt und das Geleise und die Zahnstrecke vorgestreckt. Anfangs November war der Bau der durchgehenden Bahnlinie soweit gediehen, dafs die polizeiliche Abnahme derselben am 6. November und die Eröffnung des Betriebes am 8. November stattfinden konnte. Zunächst wurden jedoch nur die Kohlen zu Berg und die Berge aus dem Pochwerke und ein kleiner Theil der Erze zu Thal transportirt, indem bis Ende December die Betriebsmittel durch den zur Herstellung der Ladestellen am Pochwerke und auf der oberen Halde nöthigen Erdtransport theilweise in Anspruch genommen waren. Von Januar 1881 übernahm die Bahn den gesammten Transport für den Betrieb der Grube.

4. Gesammtkosten der Bahn.

Die Arbeiten wurden fast ausschliefslich in Regie ausgeführt, und da es vielfach vorkam, dafs dieselben Leute in einer Lohnperiode sowohl an der Bahn, als auch mit anderen Arbeiten beschäftigt wurden, so konnte eine absolut genaue Aufstellung der Kosten nicht gemacht werden. Dieselben betragen rund 165 000 ℳ. Nicht enthalten sind in dieser Summe die Kosten des Wohnhauses bei Station 2,50 und einiger anderen Anlagen, deren Ausführung durch den Bau der Bahn zwar veranlafst wurde, die aber zur eigentlichen Bahnanlage nicht gehören.

Die Vertheilung der angegebenen Gesammtsumme auf die einzelnen Titel ergiebt sich aus der nachstehenden Zusammenstellung.

Gegenstand der Ausgaben	Gesammtkosten im Einzelnen ℳ	Gesammtkosten im Ganzen ℳ	Kosten pr. Kilometer (Länge 2,67) ℳ
1. Grunderwerb		3200	1199
2. Erd- und Felsarbeiten		23000	8614
3. Befestigung der Böschungen durch Steinpflaster		2100	787
4. Kunstbauten:			
a) Unterführung der Staatsbahn nebst anschliefsender Futtermauer und Bachüberwölbung			
Eiserner Ueberbau und Bohlenbelag . . 4670 ℳ			
Mauerwerk incl. aller Nebenarbeiten . 3030 ℳ	7700		
b) Brücke bei Station 18 . .	1350		
c) » » » 19+40 .	900		
d) » » » 20 . .	2000		
e) Ueberwölbung des Bachbettes (ca. 250 lfd. Meter) . . .	6350	18300	6854
5. Oberbau:			
a) Schwellen	7500		
b) Schienen	30600		
c) 18 Weichen und Herzstücke (excl. d. erforderlich. Schienen)	2280		
d) 2 Drehscheiben	920		
e) Laschen, Bolzen und Hacknägel	3690		
f) Zahnstange mit Befestigungstheilen (618 lfd. Met. à 22,6 ℳ.)	13950		
g) Verlegen der Geleise, der Weichen und der Zahnstangen sowie Unterhaltung derselben bis Ende 1880 und theilweises Einbauen d. Bettungsmaterials	4600	63540	23798
6. Locomotivschuppen u. Sturzgerüste		4000	1498
7. Betriebsmaterial:			
a) Locomotive	24000		
b) 24 Wagen	15750	39750	14888
8. Nebenanlagen:			
Befestigen des verlegten Weges .	1640	1640	614
9. Vorarbeiten, Ausarbeiten der Projecte und Bauleitung		7000	2622
10. Insgemein-Kosten		2470	924
Summa		165000	61798

5. Betriebseinrichtungen.

Für die Betriebseinrichtungen waren die Bestimmungen des für die Bahn erlassenen Polizei-Reglements mafsgebend.

Die Aufsicht, Unterhaltung und Bewachung der Bahn liegt einem Bahnaufseher ob, welcher die Strecke täglich mindestens 2 mal, Vor- und Nachmittags, revidiren mufs. An dem Wegeübergang bei Station 2,50 ist ein Bahnwärter aufgestellt, der zugleich die dort befindliche Centesimal-Wage bedient. Jeder Zug darf höchstens aus 6 Wagen bestehen, von denen 2 mit Bremsern zu besetzen sind, und mufs sich die Maschine stets thalwärts vom Zuge befinden; nachträglich ist gestattet worden, dafs zwischen Ahl und dem Rundherdbau III die Züge aus 8 Wagen bestehen dürfen. Die Geschwindigkeit soll auf der Adhäsionsbahn höchstens 3^{m}, auf der Zahnradbahn $1,5^{m}$ pro Secunde betragen.

6. Erfahrungen über den Betrieb auf der Bahn.

Nach den Bedingungen des Vertrages sollte die Maschine im Stande sein, auf der Adhäsionsbahn von höchstens 50‰ Steigung (1 : 20) und auf der Zahnradbahn von 100‰ (1 : 10) einen Zug im Gewichte von 10^{t} mit einer Geschwindigkeit von 3^{m} pro Secunde zu Berg, und einen solchen von 18^{t} Gewicht bei mindestens 2 gebremsten Wagen zu Thal zu führen. Das Gewicht der Züge beträgt gewöhnlich:

1. Bei der Thalfahrt bis zum Rundherdbau III

6 Wagen à 0,95 . .	= 5,7	Tonnen
6 Ladungen à 2,0 . .	= 12,0	»
Summa	17,7	Tonnen.

Vom Rundherdbau III nach Ahl

8 beladene Wagen à 2,95 = 23,6 Tonnen.

2. Bei der Bergfahrt von Ahl bis zum Rundherdbau III

8 Wagen à 0,95 . .	= 7,6	Tonnen
6 Ladungen à 1,1 . .	= 6,6	»
Summa	14,2	Tonnen.

Vom Rundherdbau III ab aufwärts

6 Wagen à 0,95 . .	= 5,7	Tonnen
4 Ladungen à 1,1 . .	= 4,4	»
Summa	10,1	Tonnen.

Die Fahrt vom Pochwerk bis Ahl und umgekehrt dauert im Mittel 30 Minuten incl. Aufenthalt auf den zwischenliegenden Ladestellen. Fahrplanmäfsig werden im Winter 4 Züge nach Ahl und zurück, und 5 Züge vom Pochwerk bis Rundherdbau III und zurück gefahren; aufserdem nach Bedürfnifs Extrazüge.

Bis Anfang Januar 1881 leitete der Verfasser den Betrieb auf der Bahn, und hatte somit Gelegenheit, denselben während der ungünstigsten Jahreszeit kennen zu lernen. Die Fahrt auf den Zahnstangenstrecken ging stets mit überraschender, zuverlässiger Sicherheit von Statten, sowohl zu Berg, als zu Thal, während die Fahrt auf den Adhäsionsstrecken, auf welchen vorübergehend Steigungen bis 1 : 16 vorkamen, bei feuchter Witterung vielfach mit Schwierigkeiten verbunden war. Gewöhnlich nimmt man als mittleren Werth des Reibungscoefficienten zwischen Schiene und Rad $^{1}/_{6}$ an, und tröstet sich damit, dafs der Maschinist nöthigenfalls sanden kann. Für Bergbahnen in engen Thälern ist dieser Reibungscoefficient entschieden zu hoch.

Mehrfach wurde beobachtet, dafs Wagen auf den Rampen 1 : 10 bei feuchtem Wetter durch Bremsen bis zum Schleifen der Räder nicht gehalten werden konnten; der Reibungscoëfficient war demnach kleiner als 1 : 10. Bei einer anderen Beobachtung ergab sich derselbe zu 0,072 ($^{1}/_{14}$). Dieser Zustand der Schienen, bei welchem der Reibungscoëfficient so gering ist, kommt bei Industriebahnen, bei welchen stets viel feiner Staub auf die Schienen fällt, sehr häufig vor, und ist in engen Gebirgsthälern anhaltend, weil die Schienen schlecht trocknen. Wird dann bei der Bergfahrt Sand gestreut, so sind bei der nächsten Thalfahrt die Schienen durch den unterdefs angenäfsten, zermahlenen Sand erst recht schlüpfrig, und die Thalfahrt ist äufserst schwierig und gefährlich. Das einzige Mittel, dessen man sich in solchem Falle ohne Nachtheil bedienen kann, ist die Spülung der Schienen mittelst eines Wasserstrahls. Dadurch wird der feuchte Schmutz zum Theil weggewaschen, und andererseits der zurückbleibende Theil so dünnflüssig gemacht, dafs er durch den bedeutenden Flächendruck zwischen Schiene und Rad weggeprefst wird, so dafs sich die metallischen Flächen berühren, wobei der Reibungscoëfficient wenigstens $^{1}/_{8}$ bis $^{1}/_{10}$ wird. Heifs braucht das zum Spülen verwandte Wasser nicht zu sein; ein Trocknen der Schienen findet doch nicht statt.

Gleiche Beobachtungen über die Gröfse des Reibungscoëfficienten hat man bei der Zahnradbahn in Wasseralfingen gemacht[1]); dort wurde derselbe = 0,198 gefunden ($^{1}/_{5}$) bei trockenen Schienen und äufserst gering, nur 0,066 ($^{1}/_{15}$), bei nebligem Wetter.

Auf der Bahn in Friedrichssegen mit einer Maximal-Steigung von 1 : 20 auf den Adhäsionsstrecken sind bei einem Reibungscoëfficienten von $^{1}/_{10}$ die Bergfahrten sicher zu bewerkstelligen. Kommt der seltene Fall vor, dafs die Maschine schleudert, so wird gesandet; die Maschinisten ziehen die Anwendung des Sandes der Wasserspülung wegen der energischeren Wirkung des ersteren vor. Um auch bei der Thalfahrt die Bewegung des Zuges stets sicher dirigiren zu können, werden nöthigenfalls auf den Adhäsionsstrecken mit der Steigung 1 : 20,5 sämmtliche Bremsen leicht angezogen; dann kann der Zug durch Festbremsen der Maschine und der mit Bremsern besetzten 2 Wagen hinreichend schnell zum Stehen gebracht werden.

Wie schon früher bei Beschreibung der Locomotive angegeben, ist der Durchmesser der Adhäsionsräder derselben um 6^{mm} gröfser, als der Theilkreisdurchmesser des Zahnrades. Die Adhäsionsräder haben also das Bestreben, dem Zahnrade vorzueilen, und hat dieser Umstand auf den Betrieb der Bahn den günstigen Einflufs, dafs auch auf den Zahnstangenstrecken die Maschine theilweise als Adhäsionsmaschine wirkt und die Zahnstange entlastet. In Wasseralfingen hat man die Erfahrung gemacht (vgl. die schon angegebene Quelle), dafs der Gang der Maschine ein unruhiger wurde, als die Bandagen der Adhäsionsräder nach 3jähriger Benutzung einen um 2^{mm} geringeren Durchmesser als den Theilkreis des Zahnrades hatten. Auf diese Erfahrung hin wurde den neuen Adhäsionsrädern ein um 8^{mm} gröfserer Durchmesser gegeben, und die Maschine geht wieder ruhig.

In Wasseralfingen beträgt die Maximal-Geschwindigkeit auf den Adhäsionsstrecken 16^{km} pro Stunde, und kann nach den auch in Friedrichssegen gemachten Beobachtungen die Maschine mit dieser Geschwindigkeit fahren, ohne einen störenden, unruhigen Gang anzunehmen. Von August 1880 ab hat die Locomotive in Friedrichssegen ohne Unterbrechung den Dienst versehen, und sind besondere Reparaturen in dieser Zeit an derselben nicht vorgekommen. In Wasseralfingen hat man sich bis jetzt, nachdem die Bahn 5 Jahre in Betrieb ist, noch nicht zur Anschaffung einer Reserve-Maschine genöthigt

[1]) Vergl.: Festschrift zur XXII. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure in Stuttgart.

gesehen. Diese Erfahrungen berechtigen wohl zu dem Schlusse, dafs die Zahnradlocomotiven für Bahnen gemischten Systems von **Riggenbach** auf eine hohe Stufe der Vollkommenheit gebracht sind, und können die neuerdings noch ohne specielle Begründung geäufserten Bedenken gegen die Construction dieser Maschinen nicht als zutreffend angesehen werden.

7. Betriebsresultate.

Betriebskosten in den 8 Monaten vom 1. Mai bis Ende December 1881.

Gehalt des Bahnaufsehers	880,00 *M.*
» » Bahnwärters	480,00 »
» » Locomotivführers	987,85 »
» » Heizers	668,49 »
Lohn für 2 Bremser	879,54 »
64,35 t Kohlen	836,55 »
Schmiermaterial für Maschine und Wagen, Putzmaterial u. s. w.	420,75 »
Reparatur an Locomotive und Wagen	904,24 »
Unterhaltung der Bahnanlagen	1674,90 »
Löhne für Laden und Entladen und sonstige Arbeiten auf dem Lagerplatz in Ahl	2593,72 »
Summa	10325,34 *M.*

Hieraus ergeben sich die Betriebskosten incl. der Kosten für Laden und Entladen in Ahl pro Jahr zu:

$$10\,325{,}34 \times {}^3/_2 = 15\,488 \text{ M.}$$

Bemerkt sei hierbei, dafs der Bahnaufseher neben seiner Thätigkeit an der Bahn noch die Aufsicht über alle baulichen Anlagen im unteren Theile des Thales führt, und dafs der bei Station 2,80 stehende Bahnwärter zugleich Wiegemeister für die neben dem Wegeübergange angelegte Centesimalwaage ist, auf welcher die passirenden Wagen sämmtlich gewogen werden.

Zieht man die in vorstehender Summe enthaltenen Kosten des Ladens und Entladens in Ahl mit $2593{,}72 \times {}^3/_2 = 3890$ *M* ab, so bleiben als Betriebskosten pro Jahr 11 598 *M.* Zu diesen Kosten kommen noch hinzu die Zinsen des Anlagekapitals und die für Erneuerung resp. Amortisation vorzusehenden Beträge.

Die Zinsen des Anlagekapitals betragen:

165 000 *M* zu 4 pCt. = 6600 *M.*

Für Erneuerung resp. Amortisation sind vorzusehen:

für Kunstbauten	2 pCt.	von	18 300 *M*	= 366,0 *M.*
» Schienen	2½ »	»	30 600 »	= 765,0 »
» Schwellen	10 »	»	7 500 »	= 750,0 »
» Weichen	10 »	»	2 280 »	= 228,0 »
» Drehscheiben	10 »	»	920 »	= 92,0 »
» Laschen u. s. w.	5 »	»	3 690 »	= 184,5 »
» Zahnstangen	3 »	»	13 950 »	= 418,5 »
» Locomotivschuppen und Sturzgerüste	4 »	»	4 000 »	= 160,0 »
» Betriebsmaterial	7 »	»	39 750 »	= 2782,5 »
			Summa	5746,5 *M.*

Es betragen demnach pro Jahr:

1. Die reinen Betriebskosten	11 598 *M.*
2. Die Betriebskosten incl. Zinsen des Anlagekapitals	18 198 »
3. » » » » und incl. 5746 *M* für Erneuerung resp. Amortisation	23 944 »
4. Die Betriebskosten mit Zinsen und dem Betrage für Erneuerung und incl. der Kosten des Ladens und Entladens auf dem Lagerplatze in Ahl	27 834 »

In der Zeit vom 1. Mai bis Ende December 1881 wurden mit der Bahn transportirt:

Thalabwärts:

	5453	Wagen mit	10639,13	Tonnen	Erz
	719	» »	1434,53	»	Abhübe
	5075	» »	9468,75	»	Berge
Summa	11247	» »	21542,41	»	Ladung.

Thalaufwärts:

	208	Wagen mit	232,97	Tonnen	Kalk
	2763	» »	3197,41	»	Kohlen u. Koks
	26	» »	35,93	»	versch. Materialien
Summa	2997	» »	3466,31	»	Ladung

und 8250 leere Wagen.

Auf ein Jahr berechnet würde dies ergeben:

16 870 Wagen mit 32 314 Tonnen Ladung thalabwärts,
4 496 » » 5 200 » » } thalaufwärts.
und 12 374 leere Wagen }

In Summa pro Jahr:

21 366 Wagen mit 37 514 Tonnen Ladung
und 12 374 leere Wagen

und bei 300 Arbeitstagen durchschnittlich pro Tag
71 Wagen mit 125 Tonnen Ladung und
41 leere Wagen.

Diese Leistung wurde in den Monaten November und December 1881 bedeutend überschritten, und zwar wurden im Monat December durchschnittlich pro Tag transportirt

68 Wagen mit 140,6 Tonnen thalabwärts,
17 » » 19,4 » } thalaufwärts.
und 51 leere Wagen }

In Summa täglich:

85 Wagen mit 160 Tonnen Ladung und
51 leere Wagen.

Letztere Leistung kann als Maximalleistung der Bahn, so lange der Betrieb mit nur einer Maschine stattfindet, angesehen werden, und kann diese Leistung ohne nennenswerthe Erhöhung der Betriebskosten erreicht werden. Unter Annahme von 300 Arbeitstagen ergiebt sich hieraus die Maximalleistung pro Jahr zu: 25 500 Wagen mit 48 000 Tonnen Ladung und 15300 leere Wagen.

Die durchschnittliche Transportweite beträgt — unter Berücksichtigung der Bewegung der Wagen in den Nebengeleisen — für die Erze ca. $2{,}5^{km}$, für die Berge und Abhübe $1{,}2^{km}$ und für die Kohlen ca. $2{,}7^{km}$. In den 8 Monaten von Mai bis Ende December 1881 hat demnach die Bahn geleistet

bei der Fahrt thalabwärts:

$$10639{,}13 \times 2{,}5 + (1434{,}53 + 9468{,}75) \times 1{,}2 = 39680$$ Tonnenkilometer der Ladung

und bei der Fahrt thalaufwärts:

$$3466{,}31 \times 2{,}7 = 9360$$ Tonnenkilometer der Ladung,

das ist zusammen 49040 Tonnenkilometer der Ladung, und für ein Jahr . . 73 560 » » » » .

Die Maximalleistung für eine Maschine wird ungefähr ¼ mehr und demnach 92 000 Tonnenkilometer pro Jahr betragen.

Berücksichtigt man das Brutto-Gewicht der gefahrenen Züge (excl. Gewicht der Maschine) und als mittlere Transportweite für die thalaufwärts gefahrenen leeren Wagen $1{,}7^{km}$, so ergiebt sich als Leistung

für die 8 Monate	90 000 Tonnenkilometer (Brutto),
für ein Jahr	135 000 » »
u. als Max.-Leistung für 1 Jahr	170 000 » »

Aus den vorstehenden Angaben berechnen sich für das Betriebsjahr 1881/82:

	Pro Tonne Ladung M	Pro Tonnenkilomet. der Ladung M	Pro Tonnenkilomet. brutto M
1. Die reinen Betriebskosten zu	0,309	0,158	0,086
2. Die Betriebskosten incl. Zinsen des Anlagekapitals	0,443	0,247	0,135
3. Die Betriebskosten incl. Zinsen und 5746 M f. Erneuerung resp. Amortisation	0,638	0,325	0,177
4. Die Betriebskosten mit Zinsen u. dem Betrage für Amortisation u. incl. der Kosten des Ladens und Entladens u. s. w. auf dem Lagerplatz in Ahl	0,742	0,378	0,206

Im Betriebsjahre 1879/80 wurden per Fuhre transportirt

18000 Tonnen thalabwärts und

4000 » thalaufwärts,

zusammen 22000 Tonnen. Das Fuhrconto erreichte in diesem Jahre die Höhe von 37 500 M; die Kosten betrugen also pro Tonne 1,7 M. Beim Transport per Bahn betragen die Kosten incl. Zinsen und Erneuerung resp. Amortisation in maximo pro Tonne 0,742 M; letzterer Transport ist also um 0,958 M pro Tonne billiger. Bei dem im Jahre 1881/82 erreichten Transportquantum von mindestens 37 514 Tonnen würde also die Ersparnifs betragen:

$$37\,514 \times 0{,}958 = \text{rot. } 36\,000 \text{ M},$$

und könnte somit das gesammte Anlagekapital aufser den vorgesehenen Rücklagen für Erneuerung resp. Amortisation in ca. 4½ Jahren amortisirt werden.

Um etwaigen Zweifeln an der Zuverlässigkeit der angegebenen Betriebsresultate, die sich nur auf die Erfahrung des ersten Betriebsjahres stützen, zu begegnen, sollen die vorstehenden Resultate mit denen der Zahnradbahn in Wasseralfingen[1]), die auf der Erfahrung von 5 Betriebsjahren basiren, verglichen werden. (Siehe nebenstehende Tabelle.)

Die Zahnradbahn in Wasseralfingen, die erste derartige Bahn in Deutschland, wurde im Jahre 1876 für den Transport von Materialien zwischen dem Königl. Hüttenwerk Wasseralfingen und der dortigen Stuferzgrube erbaut. Die Entfernung von der Hütte bis zur Grube resp. der Berghalde beträgt 2 km und der Höhenunterschied 77 m. Die Bahn hat 1 m Spurweite; Locomotive und Wagen sind denen in Friedrichssegen gleich.

Im Betriebsjahr 1879/80 war auf dem Hüttenwerk Wasseralfingen nur 1 Hochofen in Betrieb und führte die Maschine täglich durchschnittlich nur 3,7 Fahrten aus, welche incl. Anheizen der Maschine 6 Stunden Zeit in Anspruch nahmen; bei vollem Betriebe können täglich 6 Berg- und Thalfahrten mit je 8 beladenen Wagen ausgeführt werden.

Die für die Maximal-Leistung einer Maschine angegebenen Resultate zeigen hinreichende Uebereinstimmung, um daraus auf die Zuverlässigkeit derselben schliefsen zu können; die Differenzen in einzelnen Angaben finden ihre Aufklärung in speciellen Betriebsverhältnissen. So sind die Betriebskosten in Friedrichssegen höher, weil in denselben die Ausgaben für einen Bahnaufseher und 2 Bremser enthalten sind, die in Wasseralfingen wegfallen. Die Anzahl der transportirten Wagen und das Gewicht der Züge ist gröfser, dagegen sind die durchschnittlichen Transportweiten in Friedrichssegen geringer als

[1]) Vergl.: Festschrift zur XXII. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure in Stuttgart.

Betriebsresultate

	der Zahnradbahn in Wasseralfingen für das Betriebsjahr 1879/80.	der Zahnradbahn in Friedrichssegen für das Betriebsjahr 1881/82.	der Zahnradbahn in Wasseralfingen bei einem Betriebe, welcher der Max.-Leistung einer Maschine entspricht.	der Zahnradbahn in Friedrichssegen bei einem Betriebe, welcher der Max.-Leistung einer Maschine entspricht.
Transport bergauf.				
Anzahl der Wagen	7 770 Wagen (sämmtlich beladen)	16 870 Wagen (4496 bel., 12 374 leer)	14 400 Wagen (sämmtlich beladen)	20 400 Wagen (5100 bel., 15 300 leer)
Gewicht der Ladung	13 674 Tonnen	5 200 Tonnen	25 304 Tonnen	5 820 Tonnen
Brutto-Gewicht (excl. Maschine) . . .	20 279 »	21 226 »	37 544 »	25 200 »
Transport bergab.				
Anzahl der Wagen	7 770 Wagen (5700 bel., 2070 leer)	16 870 Wagen (sämmtlich beladen)	14 400 Wagen (sämmtlich beladen)	20 400 Wagen (sämmtlich beladen)
Gewicht der Ladung	8 845 Tonnen	32 314 Tonnen	22 320 Tonnen	42 180 Tonnen
Brutto-Gewicht	15 450 »	48 340 »	34 560 »	61 560 »
Gesammtleistung pro Jahr.				
Anzahl der Wagen	15 540 Wagen (13 470 bel., 2070 leer)	33 740 Wagen (21 366 bel., 12 374 leer)	28 800 Wagen (sämmtlich beladen)	40 800 Wagen (25 500 bel., 15 300 leer)
Gewicht der Ladung	22 519 Tonnen	37 514 Tonnen	47 624 Tonnen	48 000 Tonnen
Brutto-Gewicht	35 729 »	69 566 »	72 104 »	86 760 »
Leistung in Tonnenkilometer pro Jahr	56 860 Tonnenkilom. der Ladung 90 213 » des Brutto-Gewichts	73 560 Tonnenkilom. der Ladung 135 000 » des Brutto-Gewichts	120 250 Tonnenkilom. der Ladung 182 063 » d. Brutto-Gewichts	92 000 Tonnenkilom. der Ladung 170 000 » des Brutto-Gewichts
Betriebskosten incl. 4 pCt. Zinsen des Anlagekapitals	14 577 Mark	18 198 Mark	21 100 Mark	23 944 Mark
			In diesen Summen sind die Beträge für Erneuerung enthalten.	
do. incl. Zinsen pro Tonne Ladung	0,647 Mark	0,485 Mark	0,443 Mark	0,499 Mark
do. do. pr. Tonnenkil. der Ladung	0,256 »	0,247 »	0,175 »	0,260 »
do. do. do. d. Bruttogewichts	0,142 »	0,135 »	0,116 »	0,141 »
Betriebkosten incl. Zinsen, Erneuerung und der Kosten des Ladens und Entladens auf dem Lagerplatz in Ahl .	—	—	—	27 834 Mark
Dasselbe pro Tonne Ladung	—	—	—	0,58 »

in Wasseralfingen; zudem sind in Wasseralfingen sämmtliche Wagen beladen, während in Friedrichssegen nur $^5/_8$ derselben beladen und $^3/_8$ leer sind, so dafs die Zahl der geleisteten Tonnenkilometer gröfser, und die Betriebskosten pro Einheit derselben in Wasseralfingen geringer sind, als in Friedrichssegen.

8. Vergleichung der beschriebenen Bahnanlage mit einigen schwebenden Drahtseilbahnen.

Bei Erörterung der Frage, auf welche Weise die Transporteinrichtungen in Friedrichssegen verbessert werden könnten, wurde auch die Anlage einer schwebenden Drahtseilbahn in Erwägung gezogen. Die Direction der Grube trug jedoch Bedenken, die werthvollen Materialien (Blei-, Zink- und Kupfererze) dem Transport über Berg und Thal mittelst einer Drahtseilbahn anzuvertrauen. Zudem galt es, eine Transporteinrichtung zu schaffen, welche den Anschlufs an sämmtliche, im Thale zerstreut liegende Aufbereitungen leicht gestattete und aufserdem die Möglichkeit bot, jederzeit an beliebiger Stelle des Thales laden und entladen zu können. Dies konnte nur durch eine dem Lauf des Thales folgende Bahn mit festem Geleise und nicht durch eine schwebende Drahtseilbahn erreicht werden.

Dieser wesentliche Vorzug der Bahnen mit festem Geleise gegenüber den schwebenden Drahtseilbahnen ist in vielen Fällen entscheidend für die Wahl des Transportsystems. Aber auch in Bezug auf die Betriebszuverlässigkeit mufs den ersteren der Vorrang eingeräumt werden. Betriebsstörungen können unter normalen Verhältnissen bei diesen eigentlich nur durch Defecte an der Locomotive veranlafst werden, und hiergegen kann man sich durch Beschaffung einer Reservemaschine vollkommen sichern. Bei den schwebenden Drahtseilbahnen dagegen sind gerade die Theile, welche die Transportbahn — das Geleise — bilden, vielfach die Ursache von Störungen, und Betriebsunterbrechungen sind dann unvermeidlich. Nach verschiedenen Mittheilungen über Drahtseilbahnen können für dieselben jährlich nur etwa 250 Betriebstage gerechnet werden; aufser den Sonn- und Feiertagen würde demnach der Betrieb der Bahn an 40 bis 50 Tagen wegen Reparatur unterbrochen sein. Diesen nicht unerheblichen Nachtheilen gegenüber haben die Drahtseilbahnen den unbestreitbaren Vorzug, dafs sie mit Leichtigkeit über Berg und Thal geführt werden können; auch erfordern dieselben in den meisten Fällen weniger Anlagekapital. Bestreitbar ist aber der vielfach behauptete Vorzug der Drahtseilbahnen, dafs dieselben eine gröfsere Leistungsfähigkeit und geringere Betriebskosten hätten, als Bahnen mit festem Geleise. Zur näheren Aufklärung hierüber sollen auf der folgenden Spalte die Betriebsresultate einiger Drahtseilbahnen zusammengestellt und mit denen der Zahnradbahnen verglichen werden.

Die Drahtseilbahnen unter 1. und 2. haben höhere Betriebskosten pro Tonnenkilometer als die Zahnradbahnen. Nach den Angaben unter 3. kostet der Tonnenkilometer incl. Zinsen und Erneuerung 0,164 ℳ bei einer jährlichen Leistung von 23 410 Tonnen; die entsprechenden Kosten betragen in Wafseralfingen 0,173 ℳ bei einer Leistung von 47 624 Tonnen pro Jahr. Es stehen demnach die Zahnradbahnen, als Repräsentanten der Bahnen mit festem Geleise bei schwierigen Terrainverhältnissen, in Bezug auf die Höhe der Betriebskosten nicht so sehr hinter den anerkannt billig transportirenden Drahtseilbahnen zurück.

Bezeichnung der Anlage	Angabe einzelner Daten über die Anlagen	Anlagekapital ℳ	Leistung pro Jahr	Betriebskosten incl. 4 pCt. Zinsen des Anlagekapitals: pro Jahr ℳ	pro Tonne Ladung ℳ	pro Tonnenkilometer der Ladung ℳ	Bemerkungen
1. Drahtseilbahn von der Grube Alte Dreisbach zum Bahnhof Eiserfeld; dient zum Transport von Eisenstein.	Länge 750ᵐ; Steigung 1 : 13 und 1 : 9. Entfernung der Seilunterstützungen 20 bis 30ᵐ. Ladefähigkeit der Wagen 4½ Ctr.	30 000	300 000 Ctr. = 15 000 Tonnen.	4175	0,278	0,371	Bei der jetzigen Förderung leistet die Bahn täglich 60 Tonnen gleich 6 Doppelwaggon in 5 Stunden Betriebszeit. Die Betriebsmaschine erhält ihren Dampf von den Kesseln der Tiefbau-Anlage der Grube. In den angegebenen Betriebskosten sind keine Beträge für Erneuerung enthalten.
2. Drahtseilbahn der Grube Anxbach bei Linz a. Rh.; dient zum Transport von Spatheisenstein, und von Kohlen und Koks in umgekehrter Richtung.	Länge 2021ᵐ, bestehend aus 2 Theilen von 775ᵐ und 1246ᵐ Länge; Betriebsmaschine in der Mitte. Max. Steigung 1 : 4; gröfste Entfernung der Seilunterstützungen 170ᵐ. Ladefähigkeit der Wagen 4 Ctr.	76 000	In 1878/79 circa 169 200 Ctr. = 8460 Tonnen.	7185	0,849	0,420	Die Bahn kann bei vollem Betriebe mehr leisten. Durch Zunahme der Kosten der Unterhaltung der Bahn stiegen die Betriebskosten excl. Zinsen von 0,49 ℳ pro Tonne im ersten Betriebsjahre 1878/79 auf 0,56 » » » » zweiten » und auf 0,60 » » » » dritten » .
3. Fürstlich Braunfels'sche Drahtseilbahn an der Lahn; dient zum Transport von Eisenstein von der Grube zur Hütte.	Länge 3690 Meter.	71 455 excl. Grundentschädigung.	Im Jahre 1880 468 200 Ctr. = 23 410 Tonnen.	8423	0,36	0,10	Die durchschnittliche Leistung beträgt bei 250 Betriebstagen für eine 10stündige Arbeitszeit täglich 100 Tonnen. Die Betriebsmaschine erhält ihren Dampf von der Hütte; die Anlage eines besonderen Kessels für die Drahtseilbahn würde pro Tonne 0,06 ℳ Mehrkosten verursachen.
				Betriebskosten incl. 4 pCt. Zinsen und 8 pCt. für Erneuerung resp. Amortisation:			
				14 139	0,604	0,164	

9. Schlufs.

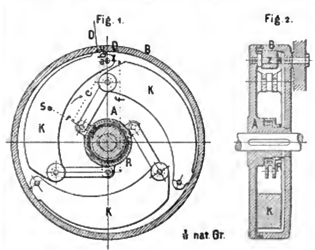
Die vorstehenden Mittheilungen über Zahnradbahnen nach System Riggenbach sind bei dem augenblicklichen Stande der Secundärbahnfrage vielleicht nicht ganz ohne Interesse. Hat das System bis jetzt auch nur in beschränktem Mafse Anwendung gefunden, so kann dasselbe doch durchaus für Bahnen mit extremen Steigungen empfohlen werden. Die Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit steht nach den bisherigen Erfahrungen aufser allem Zweifel, und ist dieselbe bei Zahnradbahnen für alle Witterungsverhältnisse wohl sicherer gewährleistet, als bei Adhäsionsbahnen mit Steigungen über 1 : 25.

Was die Leistungsfähigkeit der Zahnradbahnen anbetrifft, so kann beispielsweise die auf 120000 Tonnenkilometer angegebene jährliche Leistung der Bahn in Wasseralfingen beim Betrieb mit einer Maschine durch Verwendung von mehr Maschinen noch mehrfach gesteigert werden. Man kann dann entweder gröfsere Züge unter Beobachtung bestimmter Vorsichtsmafsregeln mit 2 und mehr Maschinen befördern, oder die einzelnen Züge in kurzen Raumintervallen, etwa in Entfernung von 200 bis 300m hinter einander folgen lassen. Wegen der absoluten Sicherheit, den Zug fast momentan auf der Zahnradbahn zum Stillstand bringen zu können, würde eine derartige Einrichtung des Betriebes ohne Bedenken sein.

Neuere Bremsen.

Von A. Ernst, Ingenieur und Lehrer an der höheren Gewerbeschule zu Halberstadt.

1. Geschwindigkeitsbremse von E. Becker. D. R.-P. No. 7205.[1]) Die Geschwindigkeitsbremse von E. Becker ist ein selbstthätiger Centrifugal-Bremsregulator, dessen constructive Ausführung das durch Stauffer-Megy in die Praxis eingeführte werthvolle Grundprincip der selbstthätigen Bremsregulirung in wesentlichen Punkten verbessert. In der Stauffer'schen Anordnung[2]) sind die Centrifugal-Bremsklötze als einfache Sectoren einer cylindrischen Scheibe lose um die Nabe der Bremstrommel placirt und werden beim Rücklauf des Windengetriebes durch einen Mitnehmerstift in der ruhenden Trommel im Kreise herum getrieben. Die Centrifugalkraft drängt die Sectoren nach aufsen gegen den inneren Trommelumfang und der Anpressungsdruck erzeugt den Bremswiderstand, der sich durch den Mitnehmerstift auf das Getriebe der Winde fortpflanzt. Um ein vorzeitiges Anpressen der Bremsklötze bei langsamer Rotation, vor allem beim Lastaufwinden zu verhindern, ist um die Sectoren ein Stahlreif gelegt, dessen Federkraft zunächst überwunden werden mufs, bevor die Centrifugalkraft die Klötze gegen den Trommelumfang selbst prefst und die Bremsung beginnt. Bei dieser Anordnung schleifen die Bleiklötze zum Theil am Trommelboden, und während sich gleichzeitig dieselben nach aufsen drängen, erweitern sich die Zwischenräume zwischen den einzelnen Sectoren. Ein Schlagen der losen Klötze gegen einander ist hierbei unausbleiblich und diese wachsenden Stöfse und Hemmungen äufsern indirect einen Einflufs auf die Gleichförmigkeit der Bremsung, wenn dieselbe auch wesentlich sicherer erfolgt, als bei der Bedienung einer Handhebelbremse. Zur Erhöhung des Bremswiderstandes ist der Stahlreif, welcher die Bleisectoren umschliefst, aufsen mit einer Lederbandage armirt und hierdurch ein an sich zwar sehr wirkungsvolles Reibzeug in die Bremse eingefügt; indessen ist die Abnutzung der Lederbandage jedenfalls gröfser, als der Verschleifs von Metallflächen unter gleichen Verhältnissen. Becker benutzt ebenfalls Centrifugalklötze, aber er giebt denselben feste Drehzapfen und erreicht hierdurch gleichzeitig mit einer leichten und gleichförmigen Beweglichkeit den Vortheil einer starken Hebelübersetzung für die Centrifugalanpressung. Fig. 1 giebt die innere Ansicht der Becker'schen Geschwindigkeitsbremse, Fig. 2 einen Durchschnitt derselben in der Richtung der Welle. Die Drehzapfen Z der Bremsklötze sind seitlich in eine gufseiserne Scheibe A eingesetzt, welche auf die Bremswelle aufgekeilt ist und also an der Rotation des Triebwerks theilnimmt. Die Bremsklötze K selbst sind sichelförmig ausgeführt, so dafs ihre Masse möglichst weit von der Welle und den Drehzapfen placirt ist. Nahe am Drehzapfen ist jeder Klotz mit einer cylindrisch bearbeiteten Druckfläche ausgestattet, die sich beim Ausschwingen der Klötze gegen den inneren Umfang der concentrisch zur Welle unbeweglich gelagerten Bremstrommel B legen, welche mit der Scheibe A ein geschlossenes Gehäuse für den ganzen Bremsapparat bildet. Das Verhältnifs des Abstandes der Mittellinie dieser Druckfläche zum Abstand des Klotzschwerpunktes S von der Drehzapfenmitte bedingt das Umsetzungsverhältnifs der Centrifugalkraft durch Hebelwirkung. Um ein freies Umherschlagen der Bremsklötze unter der Einwirkung des Eigengewichts bei langsamen Rotationen zu verhindern, sind die Bremsklötze durch kurze Hängeschienen gemeinschaftlich an eine Rothgufsbüchse R gekuppelt, welche lose drehbar auf der Scheibennabe sitzt. Diese Art der Aufhängung bewirkt, wie ohne weiteres ersichtlich, eine Abbalancirung der drei Klötze durch einander. In die Büchse selbst ist eine flache Spiralfeder eingelegt, deren eines Ende in dem inneren Umfang der Büchse, deren anderes in der Scheibennabe festgeklemmt ist, derart, dafs die Spannung der Feder die Klötze vom Umfang



der Bremstrommel abzieht und ebenso, wie die Stauffer'sche Ringfeder, eine zu frühzeitige Anpressung der Centrifugalklötze beim Aufwinden der Last oder bei ganz mäfsiger Rücklaufrotation hindert. Der Stauffer'schen Anordnung fehlt die Möglichkeit einer Regulirung der Federspannung, welche hier in einfachster Weise dadurch geboten ist, dafs man die Feder durch Drehen der Büchse nach Art einer Uhrfeder aufzieht, und die Hängeschienen der Bremsklötze erst ankuppelt, nachdem man die erwünschte Spannung erzielt hat. Die Stärke der Federspannung läfst sich ferner direct durch Gewichtsbelastung, welche man mit einer Schnur an den Umfang der Büchse hängt, bestimmen. Ein fernerer Vortheil der ganzen Anordnung liegt darin, dafs sich die Federspannung beim Ausschwingen der Klötze nur aufserordentlich wenig verändert, da die Klötze selbst nach einer sehr geringen Drehung zum Anliegen kommen.

Der Bremsdruck wächst bei nur mäfsiger Zunahme der Umdrehungsgeschwindigkeit der Welle aufserordentlich rasch, da die Centrifugalkraft selbst mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zunimmt und die Zunahme der Centrifugalkraft noch durch das Hebelumsetzungsverhältnifs im Verhältnifs 1 : 8 bis 1 : 12 verstärkt wird. Dabei läfst sich die Abnutzung der Gleitflächen leicht in unschädlichen Grenzen halten, wenn man die Druckflächen der Bremsklötze in der Richtung der Trommeltiefe grofs genug wählt und hierdurch dafür Sorge trägt, dafs der Flächendruck pro Quadratmillimeter 0,3 bis 0,5kg nicht übersteigt. Die Gleitflächen lassen

[1]) Vergl. Zeitschr. d. V. dtsch. Ing. Bd. XXV, Heft 7 und Bd. XXVI, Heft 2.

[2]) Vergl. Zeitschr. d. V. dtsch. Ing. Bd. XX, Heft 7.

sich aufserdem leicht in guter Schmierung erhalten, da sich das Schmieröl durch die Centrifugalkraft selbstthätig am inneren Trommelumfang verbreitet.

Der Bremsregulator ist stets auf einer schnelllaufenden Welle anzuordnen. Nimmt die Kurbelwelle am Rücklauf des Windentriebwerks Theil, so erscheint diese Welle im Allgemeinen am geeignetsten. Es ist dann möglich, die Tourenzahl der Kurbeln beim Rücklauf auf jedes beliebige Minimum zu beschränken und in Grenzen zu halten, welche die schweren Gefahren der Kurbeldeformationen oder Kurbelbrüche durch Centrifugalkraft vollständig ausschliefsen. Becker beschränkt in solchen Fällen die Tourenzahl der Kurbeln durch seinen Bremsregulator auf 100 bis höchstens 150 pro Minute. Winden ohne Handkurbeln oder mit Zwangsauskupplung der Kurbelwelle beim Lastniedergang gestatten, den Bremsregulator lediglich mit Rücksicht auf die zulässige Maximalgeschwindigkeit der Lastsenkung zu construiren, und es ergeben sich dann meist weit gröfsere Tourenzahlen für die Bremse, als bei der Anordnung auf der Handkurbelwelle zulässig sind. Damit steigert sich die Wirkung bei sonst gleichen Dimensionen, so dafs man immer hinreichend kleine Abmessungen erhält.

Für die Rechnung braucht man, da alle drei Bremsklötze vollständig gleichmäfsig wirken, nur einen Bremsklotz in Betracht zu ziehen; derselbe mufs den dritten Theil der erforderlichen Gesammtbremsarbeit verrichten.

Es sei

- D der totale Druck eines Bremsklotzes gegen den Trommelumfang bei der Maximaltourenzahl der Bremswelle,
- μ der Reibungscoëfficient der Gleitflächen,
- a der Hebelarm des Anpressungsdruckes D in Bezug auf den Drehpunkt Z,
- b der Hebelarm der Klotzreibung μD in Bezug auf den Drehpunkt Z,
- c der Hebelarm der Centrifugalkraft, welche im Schwerpunkt S des Bremsklotzes angreift, bezogen auf den Drehpunkt Z,
- F der Entlastungszug der Federspannung für einen Bremsklotz,
- f der Hebelarm dieses Federzuges in Bezug auf den Drehpunkt Z,
- G das Gewicht eines Bremsklotzes,
- r der Abstand des Bremsklotzschwerpunktes von der Wellenmitte,
- n die Maximaltourenzahl der Bremse pro Minute,
- g die Erdacceleration $= 9{,}81^{\mathrm{m}}$.

Die Centrifugalkraft des Bremsklotzes bestimmt sich alsdann durch den Werth

$$\frac{G}{g} \cdot \frac{4\, r^2 \pi^2 n^2}{r\, 60\,.\,60} = \frac{G}{g} \cdot \frac{4\, r\, \pi^2 n^2}{60\,.\,60}.$$

Für die Drehmomente des Anpressungsdrucks, der Klotzreibung, der Centrifugalkraft und des Federwiderstandes besteht für Drehpunkt Z, falls sich die Bremse in dem durch den Pfeil angedeuteten Sinne umdreht, die Gleichgewichtsbedingung:

$$D\, a + \mu\, D\, b + F\, f = \frac{G}{g} \cdot \frac{4\, r\, \pi^2 n^2 c}{60\,.\,60}.$$

Bezeichnet man den auf den Bremstrommelumfang reducirten motorischen Antrieb der Last mit $3\, P$, so mufs für den gleichförmigen Lastniedergang für jeden der drei Bremsklötze

$$\mu\, D = P$$

sein, und es ergiebt sich nach Einsetzung dieses Werthes in die obige Momentengleichung

$$P\left(\frac{a}{\mu} + b\right) + F f = \frac{G}{g} \cdot \frac{4\, r\, \pi^2 n^2 c}{60\,.\,60}$$

mithin

$$G = \left[P\left(\frac{a}{\mu c} + \frac{b}{c}\right) + F\frac{f}{c}\right] \frac{60\,.\,60\,.\,g}{4\, r\, \pi^2 n^2} \quad . \quad . \quad (1).$$

Setzen wir nun voraus, dafs die Geschwindigkeitsbremse auf der Kurbelwelle eines Krahns angeordnet werden soll, um deren Rücklaufgeschwindigkeit beim Lastsenken durch den Bremsregulator auf 120 Umgänge pro Minute zu beschränken, so kann man zur Bestimmung des Umfangsdruckes P an der Bremsscheibe von dem Kurbeldruck ausgehen, welcher zum Aufwinden der Maximallast nothwendig ist. Die

Kurbelwelle sei mit Doppelkurbeln von $0{,}4^{\mathrm{m}}$ Armlänge ausgestattet und der Kurbeldruck betrage im ganzen für die gröfste Nutzlast 50^{kg}. Beträgt ferner das Güteverhältnifs des Windentriebwerks unter Berücksichtigung der Effectverluste durch Zapfen-, Zahn- und Kettenreibung 75 pCt., so würde der ideelle Kurbeldruck P_0 beim Lastaufwinden

$$P_0 = 50\,.\,0{,}75$$

zu setzen sein, und da die Effectverluste bei Vor- und Rücklauf des Triebwerks gleich grofs anzunehmen sind, ergiebt sich der Kurbeldruck P_1, welcher dem Lastniedergang das Gleichgewicht hält,

$$P_1 = 50\,.\,0{,}75\,.\,0{,}75 = \text{rot. } 28^{\mathrm{kg}}.$$

Nehmen wir den Bremstrommeldurchmesser gleich dem Kurbelradius $= 0{,}4^{\mathrm{m}}$, so ergiebt sich der erforderliche Bremswiderstand am Trommelumfang für jeden Bremsklotz

$$P = {}^2/_3\, P_1 = \text{rot. } 18{,}7^{\mathrm{kg}}.$$

Bei der vorausgesetzten Bremstrommelgröfse läfst sich nun der Abstand r des Bremsklotzschwerpunktes von der Wellenmitte ohne Schwierigkeit, eventuell durch theilweise Bleifüllung des gufseisernen Klotzes, auf $0{,}15^{\mathrm{m}}$ bringen. Ferner gestatten die Abmessungen für die Hebelverhältnisse folgende Werthe:

$$a = b; \quad \frac{a}{c} = \frac{b}{c} = \tfrac{1}{8} \text{ und } \frac{f}{c} = \tfrac{3}{2}.$$

In Bezug auf die Stärke der Federspannung ist zu berücksichtigen, dafs an sich ein Bremsregulator, der für einen bestimmten Maximalumfangswiderstand construirt ist, kleinere Lasten selbstverständlich bereits bei geringerer Tourenzahl bremsen mufs. Die Verschiedenheit zwischen der Rotationsgeschwindigkeit beim Bremsen der kleinsten und gröfsten Lasten bei unveränderter Räderumsetzung fällt nun aber um so geringer aus, je stärker die Entlastungsfeder der Bremsklötze wirkt, da hiervon die Tourenzahl abhängt, bei der die Bremsklötze überhaupt erst die Federspannung überwinden und sich an die Bremstrommel anpressen. Becker wählt für Winden mit sehr wechselnder Belastung 15 bis 20^{kg} totale Federspannung. Nehmen wir für das vorliegende Beispiel 15^{kg} an, so würde der Entlastungszug für jeden Bremsklotz $F = 5^{\mathrm{kg}}$ zu setzen sein, und wir erhalten nach Einführung aller vorstehenden Werthe in Gleichung (1) für einen Reibungscoefficienten $\mu = 0{,}1$

$$G = 13{,}75^{\mathrm{kg}}.$$

Dieses Gewicht ist für die einzelnen Bremsklötze bei den angenommenen Trommeldimensionen leicht zu erzielen, ohne eine grofse Tiefe für die Trommel zu beanspruchen.

Läfst man die Bremswelle umgekehrt umlaufen, entgegengesetzt der durch den Pfeil in der Figur angedeuteten Richtung, so unterstützt die Bremsreibung die Anpressung der Bremsklötze, sobald dieselben mit dem Trommelumfang in Berührung kommen, d. h. das Drehmoment $\mu D b$ wirkt alsdann in demselben Sinne, wie das Moment der Centrifugalkraft. Dementsprechend würde in Gleichung (1) der Quotient $\frac{b}{c}$ durch $-\frac{b}{c}$ zu ersetzen sein, und es ergiebt sich eine Gewichtsverminderung der Bremsklötze, welche für das durchgerechnete Beispiel ungefähr 2^{kg} pro Klotz betragen würde. Es empfiehlt sich indefs, auf diesen Vortheil zu verzichten. Bei der in der Figur angenommenen Drehrichtung verzögert der Reibungswiderstand der Bremsklötze am Trommelumfang die feste Anpressung der Klötze durch die Centrifugalkraft, indem die Drehmomente dieser beiden Kräfte entgegengesetzt wirken, aber der Anpressungsdruck der Centrifugalkraft steigert sich trotzdem continuirlich und die Bremsung erfolgt vollständig sanft. Läuft die Bremswelle umgekehrt, so erhält die continuirlich wachsende Centrifugalkraft im Moment, wo die Berührung der Bremsklötze mit dem Trommelumfang eintritt, eine plötzliche Unterstützung durch die Klotzreibung, und es tritt infolge dessen ein ruckweises Anziehen der Bremsklötze ein, welches durch den elastischen Rückprall zu schwachen Vibrationen führt, die sich bei sorgfältiger Beobachtung auch dem Auge bemerkbar machen. Wird nun hierdurch auch gerade nicht die Sicherheit der Bremsung gefährdet, so verdient dieser Punkt doch jedenfalls Beachtung, und es empfiehlt sich unzweifelhaft, die Umlaufsrichtung der Bremse so zu wählen, dafs diese für die Dauerhaftigkeit des Apparates nachtheiligen Vibrationen

fern gehalten werden und eine absolut ruhige und sanfte Bremswirkung gewahrt bleibt.

Winden für sehr wechselnde Lastgröfsen werden im Allgemeinen mit Wechselvorgelege ausgestattet, und man findet dann meist die Anordnung, dafs der Austausch der Vorgelege für Lasten stattfindet, die kleiner als die halbe Maximallast sind. Um also den Einflufs des Bremsregulators auf die Beschränkung der Tourenzahl beim Senken kleiner Lasten zu beurteilen, wird es genügen, wenn man die Rechnung für die halbe Maximallast durchführt. Für diesen Fall ist aus der obigen Gleichung (1) der Werth von n zu entwickeln, indem man für den zu leistenden Bremswiderstand $P, \frac{18{,}7}{2} = 9{,}35^{kg}$ einsetzt, alle übrigen Werthe aber, welche sich auf die Constructionsverhältnisse der Bremse beziehen, unverändert läfst.

Wir erhalten zunächst ganz allgemein

$$n = \sqrt{\left[P\left(\frac{a}{\mu c} + \frac{b}{c}\right) + F\frac{f}{c}\right]\frac{60 \,.\, 60\, g}{4\, r\, \pi^2\, G}} \quad . \quad . \quad (2)$$

und nach Einsetzung der bezüglichen Werthe

$$n = \frac{30}{\pi}\sqrt{\left[9{,}35\left(\frac{1}{8 \,.\, 0{,}1} + \frac{1}{8}\right) + 5 \cdot \frac{3}{2}\right]\frac{9{,}81}{0{,}15 \,.\, 13{,}75}}$$

$$n = \text{rot. } 94.$$

Die Rechnung zeigt, dafs sich die Tourenzahl für kleinere Lasten zwar nicht unwesentlich vermindert; immerhin bleibt die durchschnittliche absolute Maximal-Senkgeschwindigkeit noch hinreichend grofs. Wird selbst mit derselben Räderumsetzung noch eine Last gesenkt, deren Gewicht nur den vierten Theil der Maximallast beträgt, so geht die Tourenzahl der Bremswelle auf 78 zurück; aber wie bereits oben angedeutet, wird dieser Fall in der Praxis selten vorkommen, da man so kleine Lasten mit ausgewechseltem Vorgelege aufzuwinden pflegt.

Die sichere Wirkung, welche sich nach den theoretischen Erörterungen bei der Einfachheit der ganzen Construction erwarten läfst, wird durch die praktischen Erfahrungen vollständig bestätigt, die jetzt vorliegen, nachdem die Becker'sche Geschwindigkeitsbremse seit ihrer Einführung vor drei Jahren eine stetig zunehmende Verbreitung gefunden hat.

Die Bremsregulatoren machen die einfachen Handhebelbremsen mit Sperrwerk nicht entbehrlich, da ja jede Winde noch mit einer Vorrichtung versehen sein mufs, um die Last jederzeit bis zum vollständigen Stillstand zu bremsen und durch Einwirkung eines Sperrwerkes frei schwebend zu halten; aber umgekehrt gewährt auch keine Windevorrichtung mit Handhebelbremse vollständige Betriebssicherheit, ohne gleichzeitige Anordnung eines selbstthätig und sicher wirkenden Bremsregulators, der unter allen Umständen die Ueberschreitung einer zulässigen Maximalsenkgeschwindigkeit bei fahrlässiger Bedienung der Handbremse verhindert. Dies gilt auch für die Kurbelbremsen mit Zwangsauskupplung der Kurbelwelle beim Lastniedergang. Diese Anordnungen, welche in neuerer Zeit in mannigfach modificirter und zum Theil sehr brauchbarer Form zur Ausführung und Anwendung gelangt sind, combiniren meist den Bremsapparat in der Weise mit der Kurbel, dafs die Bremse beim Lastaufwinden als Frictionskupplung wirkt und den Antrieb der Kurbel auf das übrige Triebwerk fortpflanzt. Eine geringe Rückwärtsbewegung der Kurbel löst dann die Frictionskupplung soweit aus, dafs dieselbe nur bremsend wirkt, während das Triebwerk, durch den Lastzug angetrieben, zurückläuft. Bleibt die Kurbel sich selbst überlassen, so erfolgt der Schlufs der Frictionskupplung durch Federdruck, und der Eingriff eines Zahngesperres hindert den selbstthätigen Rücklauf der Kurbelwelle und hält damit die aufgewundene Last frei schwebend. Mit dieser ganzen Anordnung ist die sehr schätzenswerthe Eigenschaft des Stillstandes der Kurbelwelle während des Lastniederganges verbunden, und der Arbeiter hat sowohl beim Lastaufwinden, wie beim Lastsenken seinen Platz an der Kurbel. Diese Constructionen beseitigen also die Gefahren der Verletzungen durch frei umlaufende Kurbeln vollständig, weil der Kurbelrücklauf gehindert ist; aber der geringe freie Ausschlag der Kurbel, welcher die Bremswirkung regulirt und bis zur Sperrwirkung steigert, verlangt von dem Arbeiter eine äufserst sorgfältige Bedienung des Apparates, um ein gleichmäfsiges Bremsen zu erzielen, und die Gefahr, dafs der Arbeiter die Bremse bald soweit

öffnet, dafs die Last Sturzbewegungen annimmt, bald so kräftig schliefst, dafs die Last plötzlich ganz gesperrt wird, liegt ebenso nahe, wie bei jeder anderen Handhebelbremse. Auch hier empfiehlt es sich demnach, nach dem Vorgange von Stauffer-Megy und Becker, unter allen Umständen einen selbstthätigen Bremsregulator in das Triebwerk der Winde einzuschalten und dessen Einwirkung den Lastniedergang ganz zu überlassen, so dafs die Handkurbelbremse erst angezogen wird, um die Lastsenkung zu unterbrechen und das Triebwerk zu sperren. Die geringen Abmessungen und die von dem ganzen übrigen Triebwerk unabhängige, selbstständige Form der Bremsregulatoren gestattet deren nachträgliche Einschaltung in jede ältere Winde mit Rädergetrieben.

Ein ganz neues Feld der Anwendung hat Becker den Centrifugalbremsregulatoren als Sicherheits-Fallbremse für Fahrstühle eröffnet, um Unglücksfällen bei der Zerstörung der Aufhängung solcher Fahrstühle vorzubeugen. Zu diesem Zweck wird der Bremsregulator in den Fahrstuhl selbst eingebaut, die Welle desselben nach aufsen verlängert und durch ein Zahntriebrad mit einer Zahnstange in Eingriff gesetzt, welche an einer der Führungsschienen des Fahrstuhles festgeschraubt ist und sich auf die ganze Förderhöhe erstreckt.[1]) Beim Auf- wie Niedersteigen des Fahrstuhles kämmt sich demnach das Triebrad in der Zahnstange aus, und bei zerstörter Aufhängung wird die Fallgeschwindigkeit abhängig gemacht von der Tourenzahl der Bremswelle im Fahrstuhl, welche durch die Regulatorconstruction beliebig normirt werden kann. Die Zuverlässigkeit einer derartigen Fallbremse ist wesentlich gröfser, als die jeder Fangvorrichtung, die erst bei eintretender Gefahr in Thätigkeit tritt und dann erfahrungsmäfsig fast ausnahmslos den Dienst versagt, weil alle beweglichen Theile nach oft jahrelanger Ruhe durch Rost und eingefallenen Schmutz unbeweglich geworden sind. Die Fallbremse bietet aufserdem den Vortheil, dafs sie den gefährdeten Stuhl bis zum Fufsboden herabsinken läfst, während Fangvorrichtungen, wenn sie wirklich wirken, den Stuhl in beliebiger, oft nicht leicht zu erreichender Höhe festhalten.

Der Construction einer derartigen Sicherheitsfallbremse ist die Maximalfallgeschwindigkeit zu Grunde zu legen, welche man bei abgerissener Aufhängung dem voll beladenen Stuhl gestatten will. Nimmt man hierfür 1^m bis $1{,}25^m$ pro Secunde an, so würde das der Endgeschwindigkeit eines frei fallenden Körpers entsprechen, welcher aus 50 beziehentlich 80^{mm} Höhe herabfällt, Verhältnisse, welche selbst für Menschen, welche sich etwa auf dem Fahrstuhl befinden, jede Gefahr einer Beschädigung ausschliefsen. Die Spannung der Entlastungsfeder braucht hier nur so stark gewählt zu werden, dafs sie bei der Normalfördergeschwindigkeit von ca. 300^{mm} pro Secunde ein Bremsschleifen der Centrifugalklötze verhindert. Hierdurch sowohl, wie durch die grofse Tourenzahl, welche die Bremswelle bei genügend kleinem Triebrade bei der Maximalfallgeschwindigkeit erhält, ergeben sich abermals sehr geringe Abmessungen für den Bremsregulator.

Wählt man beispielsweise für einen Fahrstuhl von 330^{kg} Eigengewicht, bei 650^{kg} Maximalnutzlast, für das Triebrad der Fallbremse 12 Zähne und $26{,}15^{mm}$ Theilung, so ergiebt sich der zugehörige Theilkreisdurchmesser zu $99{,}4^{mm}$ und der Theilkreisumfang = 312.

Gestattet man dem vollbeladenen Fahrstuhl bei zerstörter Aufhängung $1{,}1^m$ Fallgeschwindigkeit pro Secunde, so würde sich die Tourenzahl der Bremsregulatorwelle ergeben

$$\text{pro Secunde} = \frac{1100}{312} = \text{rot. } 3{,}5,$$

$$\text{pro Minute } n = 210.$$

Wählt man ferner den Durchmesser der Bremstrommel $= 400^{mm}$, so folgt für die angenommenen Belastungsverhältnisse der erforderliche ideelle Umfangswiderstand an der Bremstrommel für jeden Klotz

$$P_0 = \frac{980 \,.\, 99{,}4}{3 \,.\, 400} = \text{rot. } 81^{kg}.$$

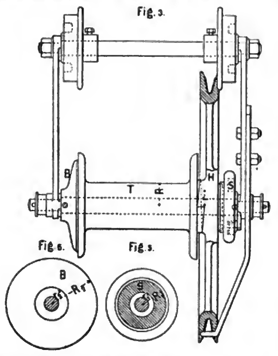
Berücksichtigt man, dafs für den Fall der Zerstörung der Fahrstuhl-Aufhängung aufser der Zahnreibung starke Widerstände durch Eckungen des Stuhls in den Führungen auftreten, so wird man für das Güteverhältnifs der Fallbremse bei frei

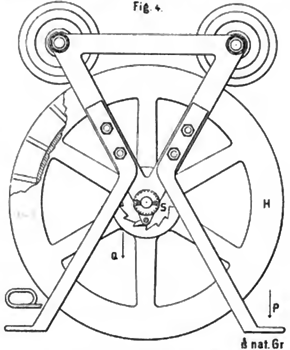
[1]) Vgl. Zeitschr. d. V. dtsch. Ing. Bd. XXVI, Taf. VI, Fig. 66 u. 67.

anhängendem Stuhl etwa 80 pCt. annehmen können, und es würde demnach der zu leistende Bremswiderstand pro Klotz effectiv nur

$P = 81 \cdot 0{,}80 =$ rot. 65^{kg} betragen.

Bestimmt man für diese Werthe das Gewicht der Bremsklötze nach Gleichung (1), indem man die Hebelverhältnisse $\frac{a}{c} = \frac{b}{c} = 11{,}5$ annimmt und den auf den Klotzschwerpunkt reducirten Federzug $\frac{F}{c} f$ zu $3{,}3^{kg}$ pro Klotz normirt, während der Klotzschwerpunkt selbst wieder im Abstande $0{,}15^m$ von der Wellenmitte placirt werden möge, so ergiebt sich $G = 7{,}5^{kg}$. Bei einer für die vorstehenden Verhältnisse ausgeführten Sicherheitsfallbremse fand sich $G = 6{,}4^{kg}$. Der Fahrstuhl wurde in 19^m Höhe von der Aufhängung losgeschnitten und erreichte mit der Maximal-Nutzlast von 650^{kg} den Fufsboden nach 17 Secunden. Die mittlere gleichmäfsige Fallgeschwindigkeit betrug demnach $1{,}118^m$, entsprechend einer freien Fallhöhe von 62^{mm}. Die geringe Differenz zwischen dem theoretischen Gewicht der Bremsklötze und dem effectiven erklärt sich hinreichend durch die Unzuverlässigkeit in den Annahmen für den Reibungscoëfficienten und besonders für den Widerstand der Stuhleckungen. Die Rechnung zeigt aber in Uebereinstimmung mit der Praxis, wie klein überhaupt das Gewicht der Bremsklötze für derartige Sicherheitsfallbremsen ausfällt.





2. Selbstthätige Windentrommelbremse von Tangye Brothers, Patent Weston. Fig. 3 und 4 giebt zwei verschiedene Ansichten einer selbstthätigen Sperrradbremse, welche von Tangye Brothers & Holman für kleinere Haspelwinden ausgeführt wird. Die Bremse ist eine Seitendruckbremse mit Ringflächenfriction und selbstthätiger Anpressung durch den Lastzug. Beim Lastaufwinden läuft das Bremswerk mit der Windentrommel um, beim Rücklauf dagegen wird das Bremswerk gesperrt und die aufgewundene Last bleibt frei schwebend hängen, bis der Antrieb der Trommel in der Rücklaufsrichtung die Senkung der Last unter Ueberwindung des Bremswiderstandes ermöglicht. Die Construction bildet ein interessantes Analogon zu der Becker'schen Bremsung durch Drucklager[1]) und löst die Aufgabe einer derartigen Bremsung für Winden mit parallel laufenden, beziehentlich zusammenfallenden Wellen, während die Construction von Becker rechtwinklig geschränkte Wellen voraussetzt.

Auf der Trommelwelle sind die Trommel T und das Haspelrad H lose angeordnet und beide zwischen zwei Bremsscheiben B und S placirt, welche auf der Welle fest aufsitzen. Die Bremsscheibe S ist auf der äufseren Seite gleichzeitig als innen verzahntes Sperrrad construirt. Die einander zugewandten Stirnflächen der Trommel- und Haspelradnabe bilden correspondirende Schraubenflächen eines flachen Schraubenganges. Hängt nun am Trommelumfang die Last Q, während andererseits am Haspelrade die Antriebkraft P zur Wirkung gelangt, so tritt zunächst eine relative Bewegung zwischen dem Haspelrade und der Trommel ein, bei der die Schraubenflächen des gegenseitigen Nabeneingriffs aufeinander gleiten, und demgemäfs, gleichzeitig mit der Drehung, Haspelrad und Trommel sich gegenseitig nach aufsen gegen die Frictionsscheiben B und S drängen. Die Friction steigert sich bis zur Klemmung und bewirkt, dafs schliefslich alle genannten Theile gemeinsam mit einander umlaufen und die Last aufgewunden wird. Zu bemerken ist, dafs der Klemmdruck in der Richtung der Wellenachse durch die Doppelanordnung der Frictionsscheiben von den Wellenlagern fern gehalten wird. Die aufgewundene Last, sich selbst überlassen, sucht den ganzen Apparat rückwärts zu drehen. Diese Bewegung wird durch die Sperrklinke gehindert, welche mit der Bremsscheibe S in directem Eingriff steht. Der Rücklauf, d. h. das Senken der Last, wird erst möglich, wenn ein Zug am linken Trum der Haspelkette Haspelrad und Trommel zwischen den Frictionsscheiben durchzieht, wobei Rad und Trommel sich auf der gesperrten Welle drehen. Damit durch diesen Zug nicht etwa die Schraubenklemmung gelöst werden kann, mufs dafür Sorge getragen sein, dafs das Reibungsmoment an der Frictionsscheibe der Lasttrommel geringer ist, als zwischen dem Haspelrade und der Sperrscheibe S, so dafs die Trommel unter der Einwirkung des Lastzuges immer das Bestreben hat, dem Haspelrade vorauszueilen. Um dies zu erreichen, ist bei der Tangye'schen Ausführung die Frictionsscheibe S mit Holz ausgefüttert. Die ganze Construction besitzt die Eigenschaft, dafs die Klemmung, welche Haspelrad und Trommel für den Antrieb der Winde kuppelt und andererseits den Rücklauf hemmt, beziehentlich bremst, sich selbstthätig nach der Gröfse der Last regulirt, denn das Lastmoment ist gleichzeitig das Drehmoment der Druckschraube, welche die Frictionsanpressung bewirkt. Die Klemmung hebt sich nach Entfernung der Last auf, wenn man das Haspelrad noch etwas rückwärts dreht, da alsdann die leere Trommel nicht mehr dem Haspelrade vorauszueilen

[1]) Vergl. Zeitschr. d. Ver. dtsch. Ing. 1881, Heft 3.

sucht, vielmehr durch die Frictionsscheibe B zurückgehalten wird, und somit die Verhältnisse die Lösung der Schraubenpressung bedingen, wofern nur der Reibungswiderstand an der Frictionsscheibe B grösser ist, als zwischen den Schraubenflächen.

Zur Bestimmung der Bedingungen der Selbsthemmung und des Bremswiderstandes einer derartigen Construction ist zu berücksichtigen, dafs beim Auseinanderpressen der Trommel und des Haspelrades gegen die Frictionsscheiben die Schraubendrehung durch das Lastmoment erfolgt, welchem das Moment der Reibung zwischen den Schraubenflächen und das zwischen der Frictionsscheibe B und der Trommelflansche entgegenwirkt. Hemmung und Bremsung des Lastniederganges erfolgen dagegen durch die Reibungsmomente an beiden Frictionsscheiben B und S, deren Summe demnach für die Bedingung der Selbsthemmung gröfser sein mufs, als das Lastmoment.

Bezeichnen wir mit:

- Q die Last an der Trommel
- R den Trommelradius,
- α den mittleren Steigungswinkel der Druckschraube,
- ϱ den Reibungswinkel des Schraubenmaterials,
- r den Radius der mittleren Schraubenlinie,
- N den Prefsdruck der Schraube in der Achsenrichtung,
- R_1 und r_1 den äufseren und inneren Radius der Ringfläche der Frictionsscheibe S, Fig. 5,
- μ_1 den Reibungscoëfficienten für die Scheibe S,
- M_1 das Reibungsmoment der Scheibe S,
- R_2 und r_2 den äufseren und inneren Radius der Ringfläche der Frictionsscheibe B, Fig. 6,
- μ_2 den Reibungscoëfficienten der Scheibe B,
- M_2 das Reibungsmoment dieser Scheibe,

so besteht, wofern man von der Reibung der Trommelwelle absieht, welche im Vergleich zu den übrigen Reibungswiderständen verschwindend klein ist, für den Anpressungsdruck N die Bedingungsgleichung:

$$Q R = N r \operatorname{tg}(\alpha + \varrho) + M_2.$$

Setzt man eingelaufene Frictionsscheiben voraus, so ist

$$M_2 = \frac{\mu_2}{2} N (R_2 + r_2).^{1)}$$

Demnach folgt aus der ersten Gleichung

$$N = \frac{Q R}{r \operatorname{tg}(\alpha + \varrho) + \frac{\mu_2}{2}(R_2 + r_2)} \quad . \; . \; . \; . \; (1).$$

Um die Selbsthemmung zu sichern, mufs die Bedingung erfüllt werden:

$$M_1 + M_2 \geq Q R,$$

mithin unter Benutzung der Gleichung (1),

$$\frac{\mu_1}{2} N(R_1 + r_1) + \frac{\mu_2}{2} N(R_2 + r_2) \geq N\left[r \operatorname{tg}(\alpha + \varrho) + \frac{\mu_2}{2}(R_2 + r_2)\right],$$

oder

$$\frac{\mu_1}{2}(R_1 + r_1) \geq r \operatorname{tg}(\alpha + \varrho) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (2).$$

Diese Gleichung zeigt, dafs die Selbsthemmung nur abhängig ist von der Wahl der Druckschraube und dem Reibungsmoment an der der Trommel abgewendeten Frictionsscheibe, wobei zu beachten, dafs für die Construction im Uebrigen vorausgesetzt ist, dafs das Moment der Trommelfrictionsscheibe B kleiner ist, als das der Haspelradbremsscheibe S. Schliefslich erhalten wir für das Bremsmoment an der Trommelwelle, welches bei vorhandener Selbsthemmung durch einen Zug an der Haspelkette überwunden werden mufs, um die Last zu senken, dasselbe mit M bezeichnend,

$$M = M_1 + M_2 - Q R,$$
$$M = M_1 + M_2 - N r \operatorname{tg}(\alpha + \varrho) - M_2$$
$$M = N\left[\frac{\mu_1}{2}(R_1 + r_1) - r \operatorname{tg}(\alpha + \varrho)\right]$$
$$M = \frac{Q R \left[\frac{\mu_1}{2}(R_1 + r_1) - r \operatorname{tg}(\alpha + \varrho)\right]}{r \operatorname{tg}(\alpha + \varrho) + \frac{\mu_2}{2}(R_2 + r_2)} \quad . \; . \; (3).$$

Diese Gleichung zeigt, dafs der Bremswiderstand für gröfsere Lasten an derselben Winde gröfser ausfällt, als für kleinere, dafs derselbe aber im Uebrigen bei einer bestimmten Sicherheit für die Selbsthemmung nach Gleichung (2) um so kleiner ausfällt, je gröfser man die Trommelfrictionsscheibe oder deren Reibungswiderstand wählt. Es erklärt sich dieses Ergebnifs daraus, dafs andererseits die Klemmpressung der ganzen Frictionskupplung um so kleiner wird, je gröfser der Reibungswiderstand der Trommelfrictionsscheibe ist, weil dieser das Festziehen der Druckschraube hindert.

Für die Ausführung erscheint es empfehlenswerth, von dieser Möglichkeit, den Bremswiderstand zu vermindern, keinen Gebrauch zu machen, sondern M lediglich dadurch zu beschränken, dafs man die Differenz $\frac{\mu_1}{2}(R_1 + r_1) - r \operatorname{tg}(\alpha + \varrho)$ so klein wählt, als es die erforderliche Sicherheit der Selbsthemmung zuläfst, da eine Steigerung des Reibungsmomentes an der Scheibe B eine entsprechende Steigerung der Reibungswiderstände an der Scheibe S voraussetzt. Die ganze Construction ist aufserordentlich compendiös und eignet sich für kleinere Winden, vorzüglich für solche mit Haspelantrieb, sehr gut, weil hier der Arbeiter beim Aufziehen wie beim Senken der Last nur die Haspelskette nach entgegengesetzten Richtungen zu ziehen braucht, und die Anordnung einer besonderen Zugleine für die Bremse erspart wird. Für derartig einfache Winden fällt es auch nicht sonderlich ins Gewicht, dafs der Arbeiter die Last mit einem geringen Kraftaufwand niederziehen mufs, statt sie einfach durch Lüften eines Hebels sinken zu lassen.

Die in Betracht gezogene Original-Construction ist eine kleine Laufkatzenwinde für 125 kg Last an der Trommel.

In der Ausführung ist

für die Druckschraube $\alpha = 4^{\circ}$ und $r = 35^{mm}$,
für die Frictionsscheibe S, $r_1 = 25$, $R_1 = 55^{mm}$
für die Frictionsscheibe B, $r_2 = 35$, $R_2 = 100^{mm}$,
der Trommelradius $R = 50$, der Haspelradradius $= 275^{mm}$.

Setzen wir nun den Reibungscoëfficienten für Holz auf Eisen, d. h. hier $\mu_1 = 0{,}18$, und den für Eisen auf Eisen $\mu_2 = 0{,}1$, in beiden Fällen mäfsige Schmierung vorausgesetzt, so ergiebt sich noch der Reibungswinkel ϱ für die Schraube $= 6^{\circ}$.

Wir erhalten mit diesen Werthen

$$\frac{\mu_1}{2}(R_1 + r_1) = 0{,}09 \,.\, 80 = 7{,}2 \quad \text{und}$$
$$r \operatorname{tg}(\alpha + \varrho) = 35 \operatorname{tg} 10^{\circ} = 6{,}18,$$

mithin ist die Bedingung der Selbsthemmung, Gleichung (2), erfüllt.

Das Bremsmoment bestimmt sich aus Gleichung (3)

$$M = \frac{125 \,.\, 50\,(0{,}09 \,.\, 80 - 35 \,.\, \operatorname{tg} 10^{\circ})}{35 \operatorname{tg} 10^{\circ} + 0{,}05 \,.\, 135} = 504.$$

Der zum Senken der Maximallast erforderliche Zug an der Haspelkette beträgt demnach nur $\frac{504}{275} = 1{,}8^{kg}$. Berücksichtigt man Zapfenreibung und Kettenwiderstand, so ergiebt sich rund 2^{kg}.

In Bezug auf die Ausführung ist darauf hinzuweisen, dafs es sich unter allen Umständen empfiehlt, auch Bremsflächen in Schmierung zu erhalten. Für diesen Fall erscheint aber die theilweise Verwendung von Holz nicht empfehlenswerth, da der Reibungscoëfficient geschmierter Holzflächen sehr stark variirt, und somit sehr leicht der Fall eintreten kann, dafs bei starker Schmierung der Reibungswiderstand der Frictionsscheibe S sich soweit vermindert, dafs er sogar geringer ausfällt, als der der eisernen Frictionsscheibe B, deren Radius von Tangye gröfser gewählt ist. Dies ist um so bedeutungsvoller, als das Constructionsprincip eine Verschiedenheit der beiden Bremswiderstände voraussetzt und die Bedingung mehrfach erörtert ist, dafs der Reibungswiderstand an der Trommelfrictionsscheibe kleiner sein mufs, als der an der Haspelradscheibe. Versuche mit der Tangye'schen Winde bestätigten diese Erwägungen. Bereits bei sehr mäfsiger Schmierung der Holzflächen befand sich die Winde an der Grenze der Selbsthemmung, und die Last ging selbstthätig zurück, nachdem das Holz vollständig mit Oel durchtränkt war. Es empfiehlt sich daher für die beiden Frictionsscheibenpaare gleichartiges Material und gleiche Flächenbeschaffenheit. Die erforderliche Differenz zwischen den Reibungsmomenten läfst sich dann mit ausreichender Sicherheit durch eine entsprechende Differenz

1) Siehe »Hütte«, Ringzapfenreibung.

in den Scheibengröfsen erzielen, wobei $B < S$ zu halten ist. Ergeben die erforderlichen Reibungsmomente unbequem grofse Scheiben, so sind beide Scheibenpaare als Frictionskegel auszuführen, beziehentlich mit Ringnuten-Eingriff auszustatten.

Neuerungen von Zeicheninstrumenten, an Schraffirapparaten insbesondere.

Von Hrn. Maschinenbauführer Zoeppritz.

(Vorgetragen im Hannoverschen Bezirksverein am 21. October 1881.)

Die Zeicheninstrumente, d. h. die Werkzeuge, welche der Ingenieur zur genauen bildlichen Darstellung seiner Ideen und Entwürfe gebraucht, sind zum Theil, wie z. B. der Zirkel, schon viel älter als die Zeit, in der man die ersten Berufs-Ingenieure findet; viele der hierher gehörigen Apparate gehören jüngerer Zeit an, sind aber auch schon sicherlich über 100 Jahre im Gebrauch, und man mufs sich daher wundern, dafs diese so vielfach und an so verschiedenen Stellen der civilisirten Welt gebrauchten Werkzeuge doch mehr oder weniger immer noch dieselben Formen wie früher aufweisen und in so langer Zeit verhältnifsmäfsig wenige Veränderungen erlitten haben. Dies ist um so auffälliger, als ein grofser Theil der Personen, welche solche Instrumente benutzten, erfolgreich in der Ausübung einer Fachrichtung gewirkt hat, welche die Kenntnifs von der Herstellung und Prüfung derartiger Instrumente als kleinen Nebenzweig des Hauptfaches mit einschliefst, so dafs also Neuerungen an den Werkzeugen hätten Hand in Hand gehen müfsen mit Erfindungen und Verbesserungen in der Berufspraxis der Techniker. Ob in dieser Beziehung in früheren Zeiten kein Bedürfnifs vorlag, oder ob man Aenderungen und Verbesserungen auf diesem Gebiete nicht für beachtenswerth hielt, ist nicht zu entscheiden, jedenfalls dürften die Techniker in dieser Beziehung gerechtermafsen einen kleinen Vorwurf verdienen.

Wesentliche Verbesserungen an Zeicheninstrumenten gehören eigentlich erst den letzten beiden Jahrzehnten an; besonders reich an Neuerungen war die Zeit nach 1870, scheinbar beeinflusst durch den plötzlichen Aufschwung der Industrie und durch die Aussicht auf Besserung der Gesetze für Patentschutz und die schliefsliche Einführung der Reichspatente.

Um ein mehr abgeschlossenes Ganze zu bieten, sei im Folgenden speciell eine Art von Zeicheninstrumenten, welche erst neuerdings im Gebrauche bekannt wird, nämlich die Schraffirapparate, herausgegriffen und näher beschrieben; am Schlusse mögen noch einige Mittheilungen über andere Neuerungen an Zeicheninstrumenten Platz finden.

Der Zweck eines Schraffirapparates ist, durch Anordnung eines einfachen und leicht zu bedienenden Mechanismus dem Zeichner das Ziehen paralleler, gerader, gewellter oder punktirter Linien in gleichem oder nach bestimmtem Gesetze variablem Abstand zu erleichtern und dadurch die Augen des Zeichners zu schonen. Dabei soll die Arbeit unter Zuhülfenahme des Instrumentes mindestens so schnell vor sich gehen, wie die Arbeit nach dem Augenmafs ohne besondere Hülfsmittel.

Sieht man ab von der Verwendung ein- oder mehrkantiger Lineale, welche durch Abwälzen um eine Längskante sich um gleiche Entfernungen verschieben, so schiene fast am einfachsten ein Apparat, bei welchem durch Umdrehung einer festgelagerten Schraube um gleiche Drehungswinkel die Mutter mit dem Lineale, welches z. B. die Form eines Dreieckes haben könnte, um gleiche Längen für jede zu ziehende Linie längs einer festen Kante verschoben würde.

Solche Apparate sind angewendet zur Ausführung von Schraffuren für Graveure, sind aber für die Anwendung auf dem Zeichenbrette deshalb nicht praktisch, weil die Befestigung des Apparates am Brette zu viel Zeit erfordert, eine Arbeit, die sich bei jedem Gebrauchsfalle wiederholt.

Als Nothbehelf zur Erzeugung gleichmäfsiger Schraffuren dürfte man wohl eine im Prakt. Masch.-Constr. 1870 zuerst beschriebene Reifsfeder betrachten, welche nebenstehende Skizze (Fig. 1) zeigt, und bei der eine durch eine Schraube auf gewünschten Abstand von der Federspitze einstellbare dünne Stahlzunge dazu dient, auf die jedesmal zuletzt gezogene Linie der Schraffur eingestellt zu werden, ehe der folgende Strich gezogen wird. Dieses Instrument ist zwar sehr einfach und

Fig. 2

Fig. 1

auch gleichzeitig als gewöhnliche Reifsfeder verwendbar, dürfte aber beim Gebrauche die Augen des Zeichners wohl mindestens ebenso stark angreifen, wie es bei der gewöhnlichen Methode des Schraffirens der Fall ist.

Der erste mir bekannte Versuch eines bequem zu handhabenden Schraffirapparates scheint aus den 50er Jahren zu datiren, wenigstens wurde in den Jahren 1853/54 ein solcher Apparat, der den Namen règle universelle hatte, in Paris für Rechnung der technologischen Sammlung des Polytechnikums in Hannover angekauft. Der Apparat (Fig. 2 u. 3) besteht aus dem Lineale *a* von Holz, worauf das feste Lager *b* und das um Punkt *d* drehbare Lager *c*, beide aus Messingblech gebogen, befestigt sind. In den Lagern *cd* sind die Endzapfen einer hölzernen, mit messingenen Rändern *f* versehenen Walze *e* gelagert, wobei eine Feder *g* das Lager *c* gegen den Zapfen der Walze andrückt. Die Walze befindet sich in einem Ausschnitte des Lineals und liegt mit *ff* auf dem Papiere auf und wird durch einen bei *i* an ihr befestigten Hebel *h* in Drehung versetzt, indem man das Ende des Hebels, wo sich die Schraube *k* befindet, so weit niederdrückt, bis die Schraube auf das Lineal aufstöfst.

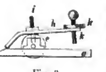


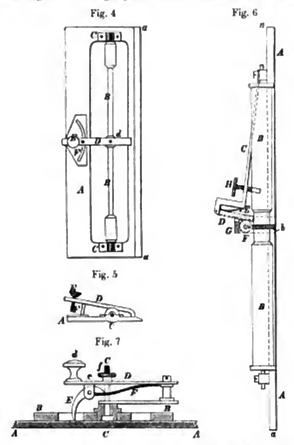
Fig. 3

Der Apparat wird gewöhnlich so gehandhabt, dafs man mit den 3 Mittelfingern der linken Hand die Rolle gegen sich dreht, wodurch sich dieselbe auf dem Papiere abwälzt und das Lineal um die Abwälzungslänge dem Zeichner nähert; darauf wird der Schraffurstrich gezogen, und der Zeichner setzt nun die vorher gebrauchten Finger auf die Vorderseite des Lineals, um dieses in der eingenommenen Lage festzuhalten, und bewegt dann mit dem Daumen der linken Hand oder mit der rechten Hand den Hebel *h* in seine Anfangslage zurück, wobei die Rolle auf dem Papiere gleitet. Die Schraube *k* kann in dem Hebel *h* höher oder tiefer eingestellt werden und bedingt durch ihr früher oder später erfolgendes Anstofsen an das Lineal eine kleinere oder gröfsere Weite der Schraffur.

Der Apparat ist ursprünglich für Kupferstecher bestimmt und soll aufserdem benutzt werden zum Liniiren von Notenpapier und dergleichen; ferner zum Entwurf von Moirée-Mustern und ähnlicher Combinationen von Wellenlinien für Dessinateure, zu welchem Zwecke als Ziehkante ein messingenes, gewelltes Lineal dient, welches an das eigentliche Lineal angeschraubt werden kann.

In wie weit der Apparat nutzbringende Anwendung gefunden hat, ist nicht bekannt geworden; die Prüfung des jetzt noch vorliegenden Apparates zeigt aber, dafs derselbe einen bedeutenden Constructionsfehler gehabt hat, nämlich den Mangel einer sicheren Lage der Verschiebungsrolle, was dem Zapfen gestattet, sich eventuell während der Verschiebung des Lineals zu verstellen, so dafs das Lineal sich zuweilen anders verschiebt, als der Rollenumdrehung entspricht, wodurch verschiedener Abstand oder Convergenz der Schraffenlinien entstehen kann. Aufserdem ist die gute Wirkung des Apparates sehr davon abhängig, wie man die Rolle mit den Fingern anfafst; denn setzt man die Finger nicht auf die Mitte der Rolle oder drückt man einseitig, so schleift eine der Rollen und die oben erwähnten Mifsstände treten ein.

Im Jahre 1880 griffen die Studirenden der hiesigen technischen Hochschule Goltstein und Wendelstadt, scheinbar ohne den alten Pariser Apparat zu kennen, dieselbe Idee auf, verbesserten dieselbe aber sehr wesentlich, wiewohl scheinbar in Kleinigkeiten. Bei diesem Apparate (D. R. P. No. 13346, 1881) ist der Hebel in der Mitte der Rolle angebracht, und wird die Rolle mittelst Aufdrückens auf das ebenfalls mit Stellschraube versehene Hebelende bewirkt, wodurch eine einseitige Verschiebung der Rolle vermieden wird; das Zurückgleiten der Rolle wird ferner selbstthätig durch eine Feder bewirkt, welche durch das Niederdrücken des Hebels gespannt wird. Eine sichere Lagerung der Rolle ist ferner auch vorbedacht. Der Apparat ist sehr einfach und brauchbar und soll von Hrn. Ewald Goltstein sehr sicher und schnell gehandhabt worden sein; leider ist das Patent noch nicht nutzbringend verwerthet. In nebenstehenden Skizzen Fig. 4 u. 5 bezeichnet A das Lineal mit der Ziehkante aa, B ist die in den Lagern CC festgelagerte Rolle, D bezeichnet den bei d



mit der Rolle fest verbundenen Hebel, E die Stellschraube am Hebelende zur Veränderung der Linealverschiebung, F die Feder zur Rückbewegung des Hebels.

Mit dem Pariser Apparate theilt der Goltstein'sche die etwas unbequeme Eigenschaft, dafs das Lineal durch den Druck der Finger verhindert werden mufs, beim Rückgange der Rolle mitzufolgen, so dafs es daher einiger Uebung bedarf, dafs einerseits die Rolle soviel freies Spiel behält, um in ihre Ruhelage zurückgleiten zu können, andererseits aber das Lineal seine einmal innegehabte Stellung dabei unveränderlich beibehält.

Diesen Fehler haben O. E. Richter & Co. in Chemnitz in ihrem 1878 patentirten Schraffir-Apparate, Fig. 6, zu umgehen gewufst.

Bei diesem Apparate wird durch die Verschiebung einer durch eine Feder angedrückten und mit Sperrzähnen versehenen Zahnstange ein ebenfalls mit Sperrzähnen versehenes Rädchen und von diesem aus mittelst Schraubenübersetzung die Laufrolle des Lineals in Drehung versetzt.

Beim Rückgange des federnden Armes, welcher die Zahnstange trägt, gleitet diese mit den schrägen Zahnflächen über das Sperrrädchen weg, ohne dasselbe dabei zu drehen. In nebenstehender Skizze Fig. 6 ist A das Lineal mit Ziehkante aa, B die Rolle mit dem Schraubenrädchen b in der Mitte, C bezeichnet den federnden Arm, welcher niedergedrückt wird und am vordern Ende die Zahnstange D und die kleine Feder E trägt, F ist das Sperrrädchen, welches sich mit der Schraube G um dieselbe Achse dreht, während die Schraube G direct in das Schraubenrädchen b eingreift. H ist die Stellschraube zur Einstellung der Linealverschiebung.

Der Apparat dieser Art, welcher zur Prüfung vorlag, konnte nur für eine Maximalschraffenweite von $0{,}5^{mm}$ verwendet werden, was von der Anwendung der Schraubenübersetzung herrührt, so dafs dadurch das Gebiet der praktischen Verwendung sehr eng begrenzt wird; die correcte Wirkung des Instrumentes ist ferner sehr abhängig von der Art und Weise der Ausübung des Druckes auf den federnden Arm. Starkes und schnelles Aufdrücken bewirkt gröfsere, schwaches und langsames Drücken kleinere Verschiebung des Lineales, und kommen so z. B. Variationen bis zu 10 pCt. bei derselben Einstellung für eine liniirte Strecke von 25^{mm} vor.

Verschieden von den seither beschriebenen Apparaten, bei denen die Verschiebung mittelst Drehung einer Rolle geschieht, ist ein Apparat von Bergner (Fig. 7), welcher 1873 in Wien ziemlich starke Abnahme fand. Hierbei geschieht die Verschiebung der Ziehkante durch Anwendung einer Klinke, deren Fufs sich auf ein festliegendes Lineal stützt, während der Drehpunkt derselben in einem Schieber gelagert ist, welcher mit dem als Ziehkante dienenden Dreieck fest verbunden ist.

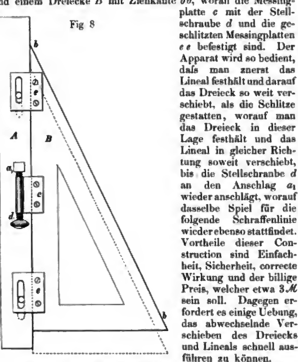
Der Apparat besteht aus einem unten mit Kautschuk belegten Lineale A, worauf sich der Schieber B, angedrückt durch eine seitlichliegende, schwache Feder, verschieben läfst. Mit B kann das Dreieck, an dessen Kante die Linien gezogen werden, fest verbunden werden. Auf B ist durch den Zapfen C und um diesen drehbar der federnde Arm D mit Druckknopf d befestigt. Der Arm D enthält den Drehpunkt e für die Klinke E, welche sich mit ihrer Spitze gegen das Lineal stützt, während das andere Ende derselben durch die Feder F immer nach oben gedrückt wird. Beim Gebrauche drückt man den Druckknopf d nieder, wodurch der federnde Arm am Druckende mit dem Drehpunkt der Klinke nach abwärts bewegt wird, gleichzeitig aber der ganze Schieber mit Arm u. s. w. eine Bewegung nach rechts (in der Figur) ausführt, weil die Spitze der Klinke ihren Platz nicht verändert. Beim Loslassen des Druckknopfes schnellt der federnde Arm zurück bis an die stellbare Mutter f, während gleichzeitig die Feder F das Aufrichten der schrägliegenden Klinke E besorgt, wodurch die Spitze der Klinke um die Schraffenweite weiterrückt. Der Bergner'sche Apparat soll bequem zu handhaben sein und dürfte höchstens den einen Uebelstand haben, dafs bei öfterem Gebrauch einer und derselben Schraffenweite die Klinkenspitze eine Reihe von Vertiefungen in das Lineal einarbeitet, welche sie bei nachheriger anderer Einstellung aufzusuchen geneigt ist, so dafs Unregelmäfsigkeiten in der Verschiebung dadurch eintreten können.

Ein im Wesentlichen mit dem Bergner'schen Instrumente übereinstimmender Apparat ist 1878 Hrn. Hasselmann in Braunschweig patentirt worden. Dabei ist auch die Schaltbewegung einer Klinke zur Verschiebung benutzt worden, die Einstellung des jedesmal gewünschten Ausschlages ist aber nicht, wie bei Bergner, durch eine Anschlagmutter bewirkt, sondern auf complicirtere Weise durch eine stellbare Anschlagplatte, welche durch Anschlagen gegen die Klinkenspitze den Ausschlag begrenzt. Man darf wohl annehmen, dafs dieses wiederholte Anstofsen der Platte an die Klinke diese leicht aus ihrer Lage bringen dürfte, so dafs eine sichere Function des Instrumentes in Frage gestellt ist; in der That ist auch das Patent bereits erloschen.

Von ganz anderen, aber viel natürlicheren Gedanken geht die Construction der nun folgenden Apparate aus, deren sichere Wirkung bei grofser Billigkeit viel besser zu sein scheint, als die der erwähnten.

Hierher gehört zuvörderst der zuerst 1876 beschriebene Schraffir-Apparat von Friedr. Dietlen in Reutlingen (Fig. 8).

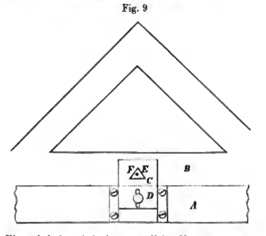
Derselbe besteht, wie nebenstehende Skizze zeigt, aus einem Lineal A, welches die Stifte aa und den Anschlag a_1 trägt und einem Dreiecke B mit Ziehkante bb, woran die Messingplatte c mit der Stellschraube d und die geschlitzten Messingplatten ee befestigt sind. Der Apparat wird so bedient, dafs man zuerst das Lineal festhält und darauf das Dreieck so weit verschiebt, als die Schlitze gestatten, worauf man das Dreieck in dieser Lage festhält und das Lineal in gleicher Richtung soweit verschiebt, bis die Stellschraube d an den Anschlag a_1 wieder anschlägt, worauf dasselbe Spiel für die folgende Schraffenlinie wieder ebenso stattfindet. Vortheile dieser Construction sind Einfachheit, Sicherheit, correcte Wirkung und der billige Preis, welcher etwa 3 ℳ sein soll. Dagegen erfordert es einige Uebung, das abwechselnde Verschieben des Dreiecks und Lineals schnell ausführen zu können.


Fig 8

Dieselbe Idee verwirklicht ein 1870 zuerst im »Prakt. Masch.-Constr.« bekannt gewordener Apparat in noch einfacherer Weise, und führt Mechaniker Hellmann an der technischen Hochschule Hannover solche Apparate für den sehr billigen Preis von 2 ℳ aus (Fig. 9).

Auch hier ist Dreieck und Lineal in oben angedeuteter Weise abwechselnd gegeneinander zu verschieben; die Einstellung des Hubes geschieht aber durch Einstellen eines auf dem Lineale A in Führungen verschiebbaren Schiebers C, welcher mit einer Klemmschraube D festgeklemmt wird. Dadurch kann der dreieckige Schlitz E des Schiebers C in verschiedenem Abstande vom Lineale eingestellt werden, was einen verschiedenen Hub für den auf dem Dreieck B (mit Ziehkante bb) befestigten Stift F bedingt.

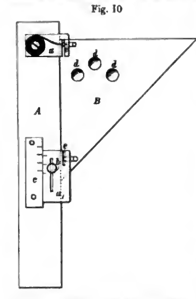
Fig. 9



Eine einfache, jedoch wesentliche Verbesserung der auf dem letzterwähnten Principe beruhenden Apparate hat der Mechaniker Otto Clément in Berlin sich 1878 patentiren lassen (Fig. 10). Der Hauptsache nach besteht diese darin, die nach der Verschiebung des Dreiecks nothwendig werdende Verschiebung des Lineals durch eine vorher gespannte Feder selbstthätig ausführen zu lassen, wodurch es möglich ist, Dreieck und Lineal allein mit der linken Hand handhaben zu können.

In nebenstehender Skizze bezeichnet A das Lineal mit den beiden geschlitzten Messingplättchen a und a_1, wovon letzteres durch die Mutter b je nach gewünschtem Ansschlag gegen den Mafsstab c verstellt werden kann, B ist das Dreieck, dessen eine Kathete als Ziehkante benutzt wird; dasselbe wird mit den 3 Mittelfingern der linken Hand unter Benutzung von 3 ausgehöhlten Grifflöchern ddd ergriffen und, während die beiden anderen Finger derselben Hand das Lineal festhalten, so weit verschoben, bis der eine der beiden Stifte ee gegen das Ende des Schlitzes in dem Messingplättchen a_1 anstöfst. Nachdem darauf die betr. Schraffe gezogen ist, hält man das Dreieck in seiner Lage fest, hebt die auf dem Lineale ruhenden Finger ein klein wenig an, worauf der Druck der Spiralfeder f bewirkt, dafs das Lineal A in derselben Richtung, wie das Dreieck vorher verschoben wurde, diesem nachfolgt.

Fig. 10



Der Clément'sche Apparat, welcher mit Lineal aus Ebenholz und Dreieck aus Hartgummi in guter Ausführung 9 ℳ kostet, ist sehr sicher und bequem zu handhaben und empfiehlt sich wegen letzterer Eigenschaft am meisten von den 3 zuletzt genannten Apparaten. Uebrigens haben alle auf dem Principe der abwechselnden Verschiebung von Dreieck gegen Lineal und umgekehrt beruhenden Apparate vor allen anderen Constructionen den Vortheil, unbedingte Sicherheit für Erhaltung des Parallelismus und gleichen Abstandes der Schraffenlinien zu gewähren.

Als neuester und verschiedenartigster Anwendung dienender Apparat ist schliefslich noch der im Jahre 1881 der Firma Wissmann & Wallegg in Wien und Frankfurt a/M. patentirte Universal-Schraffir-Apparat zu nennen.

Auch hier ist das Princip beibehalten, zwei Theile, wovon das eine Lineal, das andere ein mit Ziehkante versehener Körper, abwechselnd gegen einander in gleicher Richtung zu verschieben, jedoch ist die Form gänzlich abweichend von den vorher besprochenen.

Der Apparat, s. Fig. 11, besteht aus einem mit Kautschuktuch belegten, messingenen, gabelförmigen Lineal A, dessen Oberfläche gröfstentheils von einem Holzplättchen a gebildet wird. Am vorderen Ende des Lineals ist drehbar um einen kleinen Bolzen b eine von 5 zu 5 Grad eingetheilte, kreisförmige Scheibe c angebracht, an deren äufserem Theil das als Ziehkante dienende Lineal d mit 2 kleinen Schrauben befestigt wird. Am entgegengesetzten Ende ist auf das Lineal eine quer zur Längenrichtung desselben laufende kleine Platte e aufgeschraubt, welche in der Mitte eine rechteckige Ausfräsung besitzt. In dem Schlitze des gegabelten Lineals befindet sich, durch Schwalbenschwanz vor dem Herausfallen nach unten gesichert, der sog. Schieber B, welcher an der Stelle, wo die obenerwähnte kleine Platte ihre Ausfräsung hat, einen geschlitzten, vierkantigen, verticalen Arm f trägt. Im oberen Ende dieses Armes ist drehbar um den Punkt g ein Winkelhebel h mit Stellschraube i gelagert. Eine Feder k bewirkt das Anliegen des unteren Hebelendes gegen die Ausfräsung der Platte e.

Die Bedienung des Apparates geschieht nun allein mit der linken Hand, und ist der Gang folgendermafsen: Man drückt mit dem Zeigefinger kräftig auf den Kopf der Stell-

schraube *i*, bewirkt dadurch den Ausschlag des Winkelhebels *h* und durch Anstofsen des unteren Endes desselben gegen den Rand der Ausfräsung in der Platte *e* die Verschiebung des Lineals mit der Ziehkante. Der Druck auf den Kopf genügt dabei, den Schieber so fest auf das Papier zu drücken, dafs er seine Lage während der Verschiebung des Lineals nicht verändert. Man drückt nun den Mittel- und Ringfinger auf die Holzplatte *a* des Lineals, zieht die Schraffe längs der Ziehkante und läfst darauf den Hebelknopf los; der Druck der vorher in Spannung gekommenen Feder *k* bewirkt dann das Nachfolgen des frei gewordenen Schiebers *B* in der Richtung der Linealverschiebung, bis das untere Hebelende auch wieder gegen die Platte *e* innerhalb der Ausfräsung angestofsen ist.

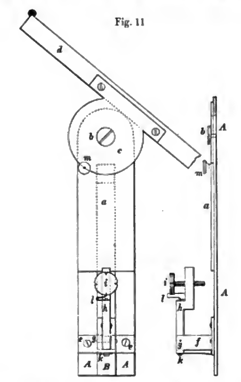


Fig. 11

Der Ausschlag des Lineals kann eingestellt werden durch Höher- oder Tieferstellen der Stellschraube *i*, der Kopf derselben hat zu diesem Zwecke 4 Einkerbungen am Rande, in welche die Arretirungsfeder *l* sich einlegt; eine genaue Einstellung auf bestimmt verlangte Schraffenweite ist möglich durch Ablesen der Verschiebung an einem mit Nonius versehenen Mafsstabe unterhalb des Hebels *h*. Die gradirte Scheibe *c* ermöglicht ferner ein Ziehen der Schraffen unter bestimmtem Winkel zur Richtung des Lineals; die Scheibe wird dabei mittelst der Klemmmutter *m* im gewünschten Winkel zum Lineale festgestellt. Dem Apparate sind ein gerader, zwei gewellte und drei zu punktirten Linien zu benutzende Stäbe beigegeben, welche mit der Scheibe *c* nach Bedarf verbunden werden. Um punktirte Linien zu ziehen, mufs man die derselben Firma patentirte Reifsfeder benutzen, welche mit einem stellbaren Stifte über die Erhebungen der Punktirstäbe weggleitet und an diesen Stellen dadurch vom Papier abgehoben wird.

Auch zur Ausführung von strahlenförmiger Schraffirung hat die Firma den Apparat anwendbar machen wollen. Zu diesem Zwecke haben die als Ziehkante dienenden Stäbe ein kleines Auge an einem Ende. Mittelst eines beigegebenen Stiftes befestigt man nun den Stab an diesem Punkte auf dem Reifsbrette, klemmt die Mutter *m* in bestimmter Stellung fest und verfährt an der Druckschraube wie oben beschrieben. Dabei verschiebt sich die Ziehkante bei jedesmaligem Drucke um gleiche Drehwinkel, und die gezogenen Linien convergiren in dem als Strahlencentrum dienenden Fixpunkt *n*. Der Apparat erfordert bedeutende Uebung, und hat man aufser auf Ausübung eines gleichmäfsigen Druckes auf den Druckknopf sehr genau das abwechselnde Festhalten des einen und Loslassen des anderen Theiles des Instrumentes auszuführen, um ein gleichzeitiges Verschieben von Lineal und Schieber zu verhindern.

Die Ausführung von Strahlenschraffirung ist sehr unsicher in Bezug auf Einhaltung gleicher Schraffenabstände und beruht dies darauf, dafs das Lineal aufser seiner Längsverschiebung gleichzeitig eine rechtwinklig zu dieser Richtung stattfindende Drehbewegung ausführen mufs, so dafs es unmöglich ist, den Schieber während der Verschiebung des Lineals festhalten zu können, worauf doch allein die Wahrung gleicher Schraffenweite begründet ist.

Ueber Einführung einer Normalschlauchkuppelung.

Von Professor K. Keller.

(Vortrag, gehalten im Karlsruher Bezirksverein am 11. Januar 1882.)

Im Gebiete der mechanischen Technik läfst sich neuerdings vielfach das Bestreben wahrnehmen, für die einfacheren und am häufigsten vorkommenden Constructionselemente einheitliche Typen, Normaltypen, festzusetzen, und danken wir diesem Bestreben auch die nahezu allgemeine Annahme eines einheitlichen Schraubensystems für Befestigungsschrauben, die Festsetzung von Normalien für Flanschen- und Muffenröhren, eine Normal-Leere für Draht und Blech, Normalprofile für alle möglichen Arten von Walz-Eisen. Unser Verein hat sich jederzeit mit dieser Angelegenheit aufs lebhafteste beschäftigt und dieselbe in die Discussionen, sowohl der Bezirksvereine, als auch des Gesammtvereines gebracht. Es ist dies der Grund, dafs ich es wagen durfte, mit einem ähnlichen Gegenstand Ihre Aufmerksamkeit auf kurze Zeit in Anspruch zu nehmen, da ich der Meinung war, dafs, wenn es sich um Einführung einer Normalie für irgend einen Constructionstheil handelt, ein solcher Gegenstand sicher auch vor das Forum unseres Bezirksvereines gehört. Es wird sicher der hohe Werth, welchen einheitliche Constructionen haben, nicht geleugnet, vielmehr allgemein anerkannt, aber eben so sicher ist es auch, dafs man bei Festsetzung von Normalien nicht leicht mit genügender, jedenfalls nie mit zu grofser Vorsicht verfahren kann. Für diesmal handelt es sich um eine Normalconstruction für die Kuppelungsstücke der Feuerlöschschläuche, und kann betreffs dieser es jedenfalls nur im höchsten Grade wünschenswerth erscheinen, dafs eine Kuppelungsnormale festgesetzt werde, da ja ohne eine solche ein Zusammenwirken mehrerer verschiedener, auf einem Brandplatze zusammenkommender Löschanstalten nicht möglich ist. Der in dieser Richtung von dem Landesausschusse der badischen Feuerwehren gefafste Beschlufs lautet: jede Feuerspritze mufs zum Anschlufs der Schläuche mit dem Normalgewinde versehen sein. Wenn es sich auch in dieser Beziehung natürlich nicht allein um den Anschlufs an Spritzen, sondern auch an Hydranten, Hausausläufe u. s. w. handelt, so fasse ich doch zunächst einen an eine Spritze sich anschliefsenden Schlauch ins Auge, um zu allererst die Frage zu beantworten: **Für welchen Schlauchdurchmesser (welche Durchgangsweite) soll die neue Kuppelungs-Normale construirt werden?**

Wenn wir hierbei einerseits alle kleineren Spritzen (Hand-, Kübel- und Karrenspritzen), andererseits auch ältere Constructionen von übergrofsem Kaliber, sowie auch Dampfspritzen aufser Berücksichtigung lassen, so ist dies wohl zu rechtfertigen, da es sich doch nur um Spritzen von mittleren Dimensionen zwischen 100 bis 150^{mm} Stiefeldurchmesser und 180 bis 220^{mm} Hub handeln kann, welchen eine durchschnittliche Wasserlieferung von 4^{l} in der Secunde entspricht. Es sind hierbei 50 Doppelhübe in der Minute berücksichtigt worden. Diese Lieferungsmenge entspricht genau einem mittleren Stiefeldurchmesser von 125^{mm} bei 200^{mm} Hub.

Die nun in Wirklichkeit in Anwendung befindlichen Schlauchkuppelungen und Schläuche bewegen sich betreffs ihrer Durchmesser innerhalb der Grenzen 35 und 55^{mm}; jeder Weite entspricht eine besondere Durchgangsgeschwindigkeit, und dieser eine zur Hervorbringung derselben nöthige Pressungshöhe, welche letztere aber durch den bekannten Leitungswiderstand

um die entsprechende Widerstandshöhe bedeutend erhöht wird. Es ergeben sich somit nachstehende zusammengehörige Werthe:

Schlauchweite d . .	35	40	45	50	55	mm
Wassergeschwindigkeit v	4,158	3,176	2,516	2,040	1,683	m
Pressungshöhe h . .	0,882	0,514	0,322	0,212	0,144	m
Widerstandshöhe ζ .	18,901	9,637	5,367	3,180	1,964	m
Totale Pressungshöhe H	19,783	10,151	5,689	3,392	2,108	m
Abgerundeter Kolbendruck P	240	120	70	40	25	kg
Uebersetzter Hebeldruck (1 : 5) p . .	48	24	14	8	5	kg
Nöthige Mannschaft: (1 Mann à 8kg) . .	6	4	1,8	1	0,6	Mann

Zu diesem Kraftbedarf kommt natürlich noch ein weiterer, aber von dem Schlauchdurchmesser unabhängiger, welcher dem zur Hervorbringung eines steigenden Strahles von bestimmter Höhe nöthigen Ueberdrucke entspricht.

Aus dieser Zusammenstellung, bei welcher eine Schlauchlänge von $l = 25^m$ und die Formeln zu Grunde gelegt waren: $h = \frac{v^2}{2g}$ und $\zeta = 0{,}03 \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$, ist ersichtlich, dafs bei einem Schlauche von 35mm Weite 5 Mann, bei einem solchen von 40mm Weite immer noch 3 Mann mehr nöthig sind zum Betriebe, als bei einem solchen von 50mm Weite, und glaube ich daher, dafs diese ersteren beiden Schlauchweiten aufser Betracht bleiben sollen.

In **Württemberg** beispielsweise ist die Normalschlauchkuppelung für eine Durchgangsweite von 35mm im Kuppelungsstücke selbst, mithin für eine Schlauchweite von ca. 40mm construirt. An einzelnen Orten auch ist eine derartige geringe Schlauchweite bei hohen natürlichen Druckhöhen der Leitungen mit Rücksicht auf die Festigkeit und Dichtigkeit der Schläuche angenommen worden.

Bei der Wahl eines Normalschlauches ist aber auch das Gewicht des mit Wasser gefüllten Schlauches zu berücksichtigen; dieses stellt sich auf eine Länge von 10m für die erwähnten 5 Schlauchweiten auf abgerundet

9,5 12,5 16 20 24 kg.

Hierin ist das Eigengewicht des Schlauches selbst und der Kuppelungsstücke nicht mitgerechnet.

Während dieses Gewicht bei den beiden kleinsten, aus anderen Gründen ausgeschlossenen Schlauchweiten ganz unbedeutend ist, erreicht es bei der gröfsten Weite von 55mm einen Werth von 24 kg, bei welchem eine Manövrirfähigkeit nahezu aufhört, zumal, wenn man bedenkt, dafs ein auf einer Leiter, also nicht vollkommen sicher stehender Mann den Schlauch zu tragen hat. Mit dem Gewichte eines auf dem Boden liegenden Schlauches nimmt aber auch dessen Abnutzung (Verschleifs) zu, und aufserdem sind gröfsere Schläuche viel schwieriger dicht herzustellen und zu erhalten. Mit der Zunahme des Durchmessers eines Schlauches nimmt ferner auch dessen Biegsamkeit in gefülltem Zustande ab, daher gröfsere Schläuche viel leichter knicken, und jeder in gefülltem Zustande geknickte Schlauch an der Knickstelle undicht wird.

Ich halte demnach dafür, dafs aus den möglichen Schlauchdurchmessern alle bis auf diejenigen zwischen 45 und 50mm Weite als nicht passend auszuschliefsen seien. Wir finden uns dabei auch in glücklicher Uebereinstimmung mit den zum gröfsten Theile eingeführten Schlauchweiten und Kuppelungsstücken.

Von den mir bekannten Normalkuppelungen hat

die Württembergische	eine Durchgangsweite von	35 mm
» Badische	» »	» 44 »
» Bayerische u. Berliner	» »	» 45 »
» Wiener	» »	» 45 »
» Nieder-Oesterreichische	» »	» 47 »

Was zunächst die Verbindung der letztgenannten Theile betrifft, so ist vor allem die Bedingung aufzustellen:

> Schlauchkuppelung und Schlauch sollen gleiche Durchgangsweite haben, oder, wo dies nicht der Fall ist, soll der Uebergang in den Querschnitten durch langgestreckte Curven vermittelt werden.

In dieser Beziehung mufs erwähnt werden, dafs die Mehrzahl der in Gebrauch befindlichen Schlauchkuppelungen kleinere Durchgangsweiten hat, als die Schläuche, da die letzteren auf die, die beiderseitigen Enden des Kuppelungsstückes bildenden Rohrstutzen aufgesteckt und gebunden werden (Fig. 1). Es ist mithin, wenn auch die Metallstärke der Rohrstutzen möglich gering gehalten wird, zwischen beiden Durchgangsweiten eine Differenz von mindestens 5 bis 6mm vorhanden, indem die Kuppelungsstücke beispielsweise eine lichte Weite von 44mm, die Schläuche dagegen eine solche von 49 bis 50mm besitzen. Das Aufbinden der Schläuche läfst sich vermeiden und gleichzeitig eine Verkleinerung der Befestigungslänge erreichen durch die Anordnung Fig. 2. Die hierbei während der Verrichtung der Schlauchbefestigung eintretende Reibung der Metallklemmvorrichtung auf dem Hanfschlauch läfst sich durch die Trennung der Klemmschraube in zwei Theile (Fig. 4) beseitigen. Eine vollkommene Uebereinstimmung der beiden Durchgangsweiten liefse sich nur dadurch erzielen, dafs die Schläuche innen in die Kuppelungsstücke eingebunden würden. Solche Anordnungen existiren freilich, und sind z. B. an einer **Grether**'schen sowie der Berliner Normalkuppelung angewandt; es leidet aber fürs erste darunter die für solche Kuppelungen unbedingt nöthige Einfachheit, und wird auch, was ein entschiedener Nachtheil ist, das sonst möglichst unverletzt zu erhaltende Schlauchende zum Zweck der Umstülpung an mehreren Stellen aufgeschlitzt. Der Grundgedanke einer solchen Construction ist durch Fig. 3 und 5 angedeutet, und bei letzterer Gestaltung durch Trennung der Klemmschraube in zwei Theile (entsprechend Fig. 4) die Reibung derselben auf dem Hanfschlauche beseitigt.

Als weitere Bedingung für die Kuppelungen ist festzusetzen:

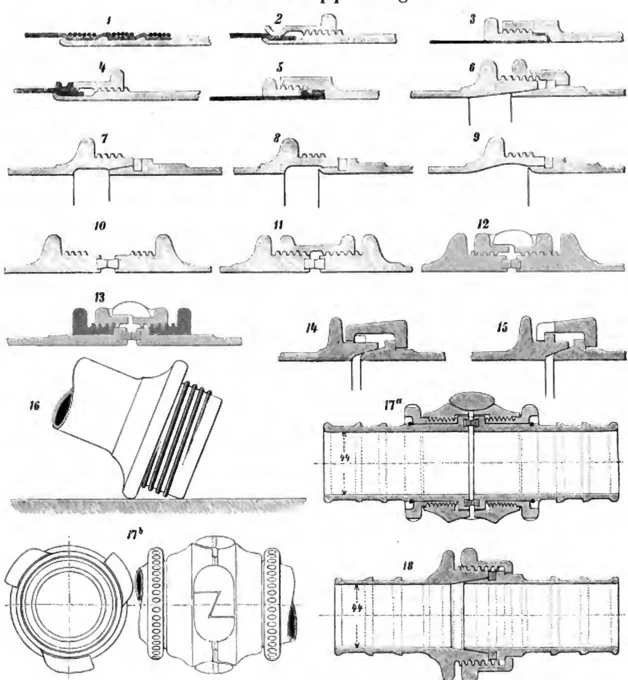
> Die Kuppelungsstücke sollen in ihrem Innern möglichst glatt sein, damit sich Verunreinigungen nicht darin festsetzen können; wo Querschnittsänderungen nicht vermieden werden können, sollen die Uebergänge möglichst allmählich durchgeführt werden.

Um dieser Bedingung Erfüllung beurteilen zu können, müssen die hauptsächlichsten Arten der Schlauchverbindungen durchgegangen werden, insbesondere in Ansehung der Construction der Dichtungstheile. Jedes der Schlauchenden ist ja bekanntlich mit einem metallenen Röhrenstück in Verbindung, und sind zur Kuppelung zweier Schläuche diese metallenen Röhrenstücke, sogenannten Kuppelungshälften, in gegenseitige dichte Verbindung zu bringen. In dieser Beziehung unterscheiden wir:

1. **Reinmetallische Dichtung.** Das konisch angedrehte Ende der einen wird in eine konische Büchse der anderen Kuppelungshälfte eingeführt. (Fig. 6.) Der dichte Schlufs findet zwischen den Konusoberflächen statt; zum Zwecke des Nachziehens darf der Konus nicht auf dem Boden seiner konischen Büchse aufsitzen, und ergiebt sich dadurch allerdings eine Unebenheit, Querschnittsänderung in der Durchgangsweite. Diese Verbindung ist bei Leitungsröhren eine ganz ständige, aber nur für reine Flüssigkeiten und nur dann, wenn die Reinhaltung der konischen Dichtungsflächen gesichert ist. Diese Bedingung ist allerdings für Feuerlöschschläuche, welche, auf dem Boden liegend, mit Schmutz und Staub in Berührung kommen, nicht leicht zu erfüllen, und sind daher auch die rein metallischen Dichtungen für solche neuerdings verlassen.

2. **Einfache weiche Dichtung** findet zwischen der metallischen Stirnfläche der einen Kuppelungshälfte und der mit einem Leder- oder Kautschukringe belegten Stirnfläche der anderen statt. Ich möchte dabei dem Kautschuk den Vorzug geben, insbesondere, wenn hierfür bester Paragummi genommen wird, welcher mit der Zeit nicht hart und brüchig wird; schlechtem Kautschuk ist aber Leder entschieden vorzuziehen. Es kann hierbei, um die zusammenzupassenden Schlauchenden in die richtige Lage zu bringen, eine gegenseitige Führung nicht entbehrt werden. Eine solche Führung ist am zuverlässigsten durch Eingriff eines **cylindrischen** Theiles in eine **cylindrische** Höhlung zu erreichen, doch hat diese Anordnung, Fig. 8 und 9, den Nachtheil, dafs die Querschnittsübergänge nicht gut vermittelt werden können, und dafs bei zufällig fehlendem Kautschukringe ein dichter Schlufs überhaupt nicht zu erreichen ist. Findet dagegen ein

Schlauchkuppelungen.



konischer Eingriff statt (Fig. 7), so kann derselbe als vorsorgliche Versicherung (Reservedichtung) dienen, welche in Thätigkeit tritt, sobald etwa der Kautschukring verloren wurde. Soll der Konus nur zur Führung, nicht als Reservedichtung dienen, so ist derselbe entschieden zu verwerfen.

3. Doppelte weiche Dichtung. Die Stirnflächen beider Kuppelungshälften (Fig. 10) sind mit Kautschukbeilagen versehen, welche gegen einander geprefst werden. Die auf solche Weise hergestellten Kuppelungshälften sind, wenigstens an den Stirnflächen, gleichgestaltet, und können daher auch in ihrem weiteren Verlaufe leicht einander gleich construirt werden. Umständlich und nicht rasch zu bewerkstelligen ist die Befestigung von Kautschukringen in die Stirnflächen, da dies dauerhaft nur in Schwalbenschwanz-Nuten geschehen kann. Die Ergänzung eines zu Verlust gegangenen oder schadhaft gewordenen Ringes aber scheint mir auf dem Brandplatze schwierig durchzuführen.

Was nun die mechanischen Vorrichtungen betrifft, um die Dichtungstheile gegen einander zu pressen, so sind wieder zuerst die zu erfüllenden Bedingungen festzustellen:

> Eine Schlauchkuppelung mufs sich rasch und leicht bedienen lassen, sie mufs ohne Anwendung besonderer Werkzeuge oder schwieriger Handgriffe zum Schlufs gebracht und wieder gelöst werden können, ohne jedoch eine unbeabsichtigte zufällige Lösung zu gestatten.

Der einfachste Handgriff ist die Drehung eines Theiles, und dementsprechend der einfachste Schlufs dadurch herbeizuführen, dafs durch Drehung einer Schraube oder Mutter die Dichtungstheile zusammengeprefst werden. In dieser Beziehung haben wir eigentliche Schraubenkuppelungen, bei welchen die zu bewegende Schraube mehrere ganze Umgänge machen kann, und Bajonet-Kuppelungen, bei welchen man nur einen verhältnifsmäfsig kurzen Schraubengang, und zwar höchstens 1/2 Umdrehung desselben benutzt.

Schraubenkuppelungen sind alle älteren und auch ein Theil der neueren Kuppelungen (Fig. 6). Es ist dabei an den Rohrstutzen der einen Kuppelungshälfte das Vatergewinde angeschnitten, während die zugehörige Mutter mit einem ringförmigen, inneren Ansatz einen vorstehenden Ring der anderen Kuppelungshälfte fafst. Die infolge der nie vollständig zu erreichenden Genauigkeit nöthige Bewegungslänge wird durch mehrere Umgänge der Mutter (3 bis 5) erreicht, ohne dafs dabei die für die Solidität der Verbindung bedingte geringe Steigung der Schraube, Feinheit des Gewindes, überschritten wird. Der Eingriff von 3 Gewindegängen genügt der Bedingung der Festigkeit auch bei den gröfsten Pressungen von 15 bis 16 Atmosphären. Um das »Packen« der Gewinde zu erleichtern, sollen die vordersten Gänge abgedreht sein, und zwar am besten sowohl vom Vater- wie vom Muttergewinde, wodurch die Gewinde auch mehr geschützt gegen Beschädigungen sind.

Bei den Bajonetkuppelungen ist höchstens ein halber Schraubengang des einen Gewindetheiles, d. h. vom Vater- oder vom Muttergewinde, und ein nur zapfenartiger Rest des anderen Gewindetheiles benutzt (Fig. 14 und 15). Es kann dabei nur eine geringe Steigung des Bajonetschraubenganges angenommen werden, einerseits, um genügende Pressung an der Dichtungsstelle hervorrufen zu können, andererseits, um eine zufällige Lösung zu verhindern. Es betragen daher die auf nicht ganz einen halben Schraubengang zu erzielenden Steigungen nur 1 1/2 bis höchstens 3 mm. Eine solche geringe Steigung ist vollkommen genügend, wenn die Ausführung der übrigen Kuppelungstheile mit vollständiger Genauigkeit vorausgesetzt werden kann, und ist eine solche Kuppelung bei rein metallischer Dichtung deshalb vorzüglich geeignet; umsomehr, als sie für Herstellung der Verbindung zweier damit versehener Röhrenstücke nur eines ganz einfachen Handgriffes und keiner mehrmaligen ganzen Drehung bedarf, wie es bei der Schraubenkuppelung der Fall ist.

Gemischte Schrauben- oder Bajonetkuppelung ist die Grether'sche Construction (Fig. 17a u. b), welche auch als Doppelschraubenkuppelung definirt werden könnte, und deren Form in nachstehender Weise aus dem Bestreben entstanden ist, beide Kuppelungshälften einander gleich zu gestalten. Es haben dieselben daher beide ein Vatergewinde (Fig. 10), während ein drittes Stück, mit dem zu den beiden anderen gehörigen Muttergewinde darüber gelegt, dieselben verbindet (Fig. 11). Dieses dritte Stück (die Doppelmutter) ist durch eine querlaufende Ebene in zwei congruente Theile getheilt, welche im Bedarffalle durch hakenförmigen Eingriff verbunden werden können (Fig. 12). Die Regulirbarkeit und die zur Herstellung der Dichtung nöthige Bewegungslänge ist dadurch ertheilt, dafs die zu den beiden Kuppelungshälften gehörigen Vatergewinde nicht mit den Metallrohrstutzen aus einem Stück hergestellt sind, sondern als Ringschrauben, durch deren Drehung die Dichtungstheile der beiden Kuppelungshälften fest zusammengeprefst werden können (Fig. 13). — Die Handhabung dieser Kuppelung ist, wenn alles in gutem Stande ist, einfach, jedenfalls nicht umständlicher, als diejenige der Schraubenkuppelungen.

Es mufs nun als weitere Bedingung festgestellt werden:

> Die Dichtungstheile, sowie die gegen einander beweglichen Theile müssen vor Verletzungen gesichert sein; geringe eintretende Verunreinigungen dürfen den dichten Schlufs und die Beweglichkeit der einzelnen Theile nicht hemmen, sollen aber auch leicht entfernt werden können.

Diese Bedingung fordert zunächst, dafs reine Metalldichtung vermieden wird. Es sollen aber auch die eine weiche Dichtung bildenden Kautschukringe verborgen, durch andere Theile gedeckt sein, wie es bei den üblichen Schraubenkuppelungen durch die übergreifenden Muttern geschieht. Bei den in den Stirnflächen der Kuppelungshälften angebrachten Ringen der doppelten Kautschukdichtung finde ich dies nicht auf genügende Weise erfüllt. Als die auf einander beweglichen Theile sind die Schraubengewinde der Schraubenkuppelungen und die kurzen Gangabschnitte und Zapfen der Bajonetkuppelungen zu bezeichnen. Die letzteren können unschwer so kräftig hergestellt werden, dafs sie nicht leicht Verletzungen ausgesetzt sind, sowohl wenn der Bajonetschraubengang ein äufserer (dem Vatergewinde angehöriger) und der eingreifende Zapfen ein Rest des Muttergewindes ist, Fig. 15, als auch im umgekehrten Falle (Fig. 14). Eine Reinigung der geräumigen Bajonetgänge ist sehr leicht zu erreichen.

Recht gut können der erwähnten Bedingung die Schraubenkuppelungen entsprechen. Die Muttergewinde sind fürs erste äufserlich gedeckt, zweckmäfsig am Ende herausgedreht, und eine Deformirung der Mutter (Ovalwerden) durch einen starken Wulst verhindert. Die Vaterschraubengewinde liegen freilich offen da, doch kann durch eine dahinter angebrachte Scheibe und das vordere Abdrehen des Gewindes bewirkt werden, dafs die Gewinde auch beim Fallen auf den Boden mit harten Gegenständen nicht in Berührung kommen (Fig. 16). Die Dauerhaftigkeit des Gewindes selbst kann durch geeignete Wahl des Gangprofiles gesichert werden. In dieser Beziehung haben wir scharfkantige Gewinde, abgerundete Dreieck-Gewinde, runde halbkreisförmige Gewinde. Das scharfe dreikantige Gewinde möchte jedenfalls zu verwerfen sein, die beiden anderen stehen in Bezug auf Dauerhaftigkeit gleich, in Bezug auf Reibung, d. h. in Bezug auf die dadurch zu erzeugende Pressung der Dichtungstheile scheint der aus zwei Halbkreisen gebildete Gewindequerschnitt eher vorzuziehen. — Der Bedingung der Festigkeit wird durch genügende Zahl (3) der eingreifenden Gewindegänge entsprochen.

Die Grether'sche Kuppelung endlich hat für ihre Ringschrauben (Fig. 17a u. b) scharfes dreikantiges Gewinde und eine Steigung von 2,25 mm. Bei einem derartigen feinen Gewinde kann natürlich die Bedingung der Solidität nur dann erfüllt sein, wenn dasselbe durch knapp schliefsende Theile vor jeder äufseren Einwirkung geschützt ist, und giebt aber gerade dieser knappe Schlufs, so viel ich glaube, bei Zwischenkommen von geringen Verunreinigungen leicht Veranlassung zur Störung in der Beweglichkeit.

Eine letzte Bedingung, welche aufgestellt werden kann, ist:

> Die beiden Schlauchenden sollen identische Kuppelungstheile haben, so dafs dieselben nach Belieben verwechselt werden können.

Es kann bei Erfüllung dieser Bedingung kein linkes und rechtes Ende der Schläuche mehr geben; die Möglichkeit, dafs Schläuche verkehrt auf- oder abgerollt werden, ist vollständig ausgeschlossen.

Diese Bedingung ist nur zu erfüllen, wenn sich die beiden Kuppelungshälften mit ihren Stirnflächen berühren und hier ihre Dichtungsflächen und Dichtungsscheiben haben; ein als Führung dienender gegenseitiger Eingriff kann natürlich dabei nicht stattfinden.

Die Hauptfrage aber, an deren eventuelle Beantwortung ich herantreten will, ist die:

> Soll eine der bestehenden, bekannten Kuppelungen als normale ausersehen werden, und welche?

Behufs der Beantwortung dieser Frage sind noch zwei weitere Fragen zu stellen: Welches System der bekannten Kuppelungen erfüllt die gestellten Bedingungen am vollständigsten, und welche derselben ist die verbreitetste? Inbetreff der ersten Frage mufs ich vorerst noch die Schraubenkuppelungen für die relativ besten erklären, da sie bei guter Construction alle Bedingungen mit einziger Ausnahme der Identität der beiden Kuppelungshälften erfüllen. Die Erfüllung dieser letzten Bedingung bei der Grether'schen und anderen, nach dem gleichen Princip construirten Kuppelungen wird aber durch die nach meiner Meinung noch nicht über allen Zweifel erhabene Zuverlässigkeit und Unverletzlichkeit ausgeglichen. Was die zweite Frage nach der Verbreitung der verschiedenen Kuppelungen betrifft, so wären zu deren

genauer Beantwortung ausgedehnte, statistische Erhebungen nothwendig; aber auch ohne diese glaube ich behaupten zu dürfen, daſs den Schraubenkuppelungen und zwar neuerdings solchen mit einfacher Kautschukdichtung die gröſste Verbreitung zukommt. Unter den Schraubenkuppelungen aber ist es das sogenannte Metz'sche Gewinde, welches wenigstens in Süddeutschland das zumeist vorkommende ist. Auf dieses Metz-sche Gewinde bezieht sich nun auch der Beschluſs des Hauptausschusses der badischen Feuerwehren, auf möglichst rasche allgemeine Einführung desselben mit allen Kräften hinzuwirken. Diese Kuppelung ist in ihrer neuesten Form durch nachstehende Detailabmessungen charakterisirt (Fig. 18):

1. Gewinde: Aeuſserer Gewindedurchmesser 68^{mm}
   - Innerer » » 63^{mm}
   - Tiefe des Gewindeganges . . $2\frac{1}{2}^{mm}$
   - Steigung des » . . $4\frac{1}{4}^{mm}$
   - = 6 Gänge auf 1 Zoll engl.
   - Das Gangprofil ist durch zwei aneinander anschlieſsende Halbkreise begrenzt.
2. Führungskonus: Länge . . . . . . 17^{mm}
   - Gröſster Durchmesser . 54^{mm}
   - Kleinster » . 47^{mm}
   - Steigung der Konusseite 1 : 5
3. Kautschukdichtungsring: Aeuſserer Durchmesser . 61^{mm}
   - Innerer » . 50^{mm}
   - Dicke . . . . 5^{mm}
4. Innere Durchlaſsweite . . . . 44^{mm}

Es ist aber nun auch die Frage zu stellen, die ähnlich seiner Zeit betreffs des Whitworth'schen Gewindes für Befestigungsschrauben gestellt war. Ist denn das Metz'sche Gewinde wirklich durch seinen Namen in der Weise charakterisirt, daſs es überall nur in den vorstehenden Detailabmessungen gefunden wird? Diese Frage ist aber mit »Nein« zu beantworten.

Ich habe mich, um mir über diese Frage selbst Klarheit zu verschaffen, an auswärtige Fabrikanten und auſserbadische Behörden gewendet, und konnte so unter anderen das in Bayern eingeführte Metz'sche Normalgewinde, die in den Oesterreichischen Kronländern eingeführte, der Metz'schen angepaſste Kuppelung, auſserdem noch eine ältere Metz'sche aus der Modellsammlung der Polytechnischen Schule und die neueste solche vergleichen, und bin zu dem Resultate gelangt, daſs von einer durch den Namen Metz fixirten Form sicher nicht die Rede sein kann. Es sind Differenzen vorhanden in den eingreifenden Konussen, in den Durchgangsweiten und sogar in den Gewindedimensionen, so daſs der Schluſs wohl nicht ungerechtfertigt erscheint, daſs, wenn als Metz'sche Kuppelungen so verschiedenartige Constructionen gezeigt werden, die Grundbedingung für die Wahl einer solchen als Normalkuppelung fehlt. Es möchte aber wohl entgegnet werden: die erwähnten Differenzen seien unerheblich, und könnten dieselben sogar groſsentheils durch geringe Nacharbeit beseitigt werden; man möge doch im Interesse der Einigkeit einmal eine bestimmte Kuppelung als normale, und von jetzt an für alle Neuanschaffungen als einzig gestattete erklären. In dieser Beziehung möchte ich doch die Frage stellen: wie denkt man sich wohl die Einführung einer solchen Normalkuppelung?

Um nicht ein Uebergangsstadium endloser Zeitdauer herbeizuführen, müſste die Einführung durch behördlichen Erlaſs befohlen werden, und die allgemeine Durchführung an eine möglichst geringe Zeit, vielleicht 1 oder 2 Jahre gebunden sein. Was aber in der Zwischenzeit? Die Verwirrung in der Zwischenzeit ist mit ein Hauptgrund gewesen, warum seiner Zeit von der Einführung eines auf metrischen Maſsen beruhenden Gewindesystemes abgesehen wurde. Und doch konnte eine solche Verwirrung nur Unannehmlichkeit für Fabrikanten und Abnehmer herbeiführen; eine Verwirrung aber im vorliegenden Falle könnte mit den gröſsten Gefahren für Eigentum und Leben verbunden sein. — Um die gleichmäſsige Herstellung des Normalgewindes für einen gröſseren Bezirk, z. B. innerhalb eines ganzen Landes, zu sichern, müſsten genaue Musterstücke, sowie Muster-Gewindestähle und -Leeren angefertigt und dieselben bei einer Controlbehörde hinterlegt werden. Arbeitsstähle und Leeren dürften nur von dieser

Behörde bezogen, oder doch erst nach Controlirung durch dieselbe benutzt werden. Aehnliche Vorschriften existiren u. A. für die Normalkuppelungen in Sachsen, Württemberg.

Es müſsten nach Einführung einer Normalkuppelung natürlich auch manche gröſsere Städte ihre mit groſsen Kosten errungenen Löscheinrichtungen umgestalten, eine Sache, welche durchaus keine Kleinigkeit ist.

Nehmen wir beispielsweise nur eine Stadt wie Karlsruhe an, wo ein anderes, als das in Vorschlag befindliche Metz'sche Gewinde eingeführt ist. Es handelt sich ja nicht allein um Aenderung der Anschluſsgewinde an den Spritzen; es handelt sich um alle Hydranten-Anschlüsse, deren hier z. B. über 200 existiren für das städtische, und über 60 für das Hofwasserwerk. Rechnet man hierzu die Schlauchanschlüsse im Bezirke des Hoftheaters, der vielen Staats- und städtischen Gebäude, die verschiedenen Privatableitungen, sowie die vorhandenen Schlauchkuppelungen selbst, so wird man dem Ansinnen, zum Zwecke allgemeiner Einführung eines Normalgewindes sämmtliche (reichlich 1000) Gewinde im Bezirke Karlsruhe abzuändern, einfach mit dem Hinweis auf die Unmöglichkeit antworten müssen. —

Was aber, wenn einmal eine gewisse Construction als Normalschlauchkuppelung erklärt ist, billigerweise verlangt werden kann und am Ende auch zu erreichen wäre, ist, daſs jede Spritze, jeder Feuerlöschtrain im Besitze eines Vermittelungsstückes oder Wechselstückes sein muſs, welches den Anschluſs eines mit nicht normaler Kuppelung versehenen Schlauches oder Hydranten an eine Normalkuppelung gestattet. Die Construction eines solchen Vermittelungsstückes ist natürlich einfach, und wird dasselbe im Wesentlichen als ein metallenes Rohrstück sich darstellen, dessen beide Enden mit zweierlei Kuppelungsformen, einer normalen und einer fremden ausgestattet sind. Für die Beschaffung solcher Vermittelungsstücke müſste natürlich wieder durch behördlichen Erlaſs ein möglichst kurzer Termin, 3 bis 6 Monate, gesetzt und die zu beschaffende Anzahl solcher Vermittelungsstücke etwa so bestimmt werden, daſs für jede Spritze ein Stück, für je 100 Meter Schlauch ein Paar (mit Vater- und Muttergewinde versehene) beschafft werden müſsten. Würde dann für solche Vermittelungsstücke eine Kuppelung als Normalie bestimmt, so müſsten jedenfalls wieder Normalleeren für alle wesentlichen Theile hergestellt werden, mit welchen die schon vorhandenen Kuppelungen gleichen Systems auf ihre Richtigkeit geprüft, bezw. nach welchen sie geändert werden könnten, und nach welchen alle neu herzustellenden genau angefertigt werden müſsten. Die nach der Normalleere herzustellenden Leeren müſsten endlich wieder von einer technischen Stelle controlirt und abgestempelt werden.

Eine Bedingung, welche weiter noch ganz besonders an die Construction der Vermittelungsstücke geknüpft sein müſste, wäre diejenige, daſs diese Vermittelungsstücke auf der mit Normalkuppelung versehenen Seite besonders gekennzeichnet sein müſsten; eine ähnliche Bedingung ist auch für die mit Normalkuppelung versehenen Schläuche zu stellen. Es müſste z. B. die Mutter in ihrer Auſsenform mit ganz besonderen augenfälligen Zeichen z. B. Ohren oder Ringlappen oder dergl. versehen sein, welche sie beim bloſsen Anblick als Normalform erkennen läſst, während die nicht normalen Kuppelungen solcher Zeichen entbehren müſsten. In dieser Beziehung eignen sich einzelne neuere Kuppelungen, z. B. diejenige von Grether, ganz vorzüglich, und ist es gerade der auffällige Unterschied dieser Kuppelung von den bisher gebräuchlichen, der es gestattet (wie z. B. in Köln), neben den für Druckschläuche benutzten Schraubenkuppelungen für die Saugschläuche diese Grether'sche Kuppelung zur vollkommenen Zufriedenheit zu benutzen.

Aber ich glaube überhaupt, daſs wir noch nicht auf diesem Punkte sind, eine Kuppelung als Normale einführen zu dürfen. Ich sehe dabei ganz ab von dem Kostenpunkt, der wohl für die entscheidende Stelle die wichtigste Rolle spielen dürfte; ich will nur darauf hinweisen, daſs die Construction der Schlauchkuppelungen entschieden in einem Entwickelungsstadium sich befindet. Bei dieser Entwickelung wurden im Laufe der Zeit die rein metallischen Liderungen durch Kautschuk ersetzt, an Stelle der Schraubenkuppelungen treten vielleicht die Bajonetkuppelungen, es wird als Haupterforderniſs

neuerdings die Identität der beiden Kuppelungshälften bezeichnet, und sind auch in dieser Richtung zweifelsohne ganz interessante Constructionen zu Tage getreten. Würde man heute eine Kuppelung als Normalie festsetzen, so würde man die ganze gedeihliche Entwickelung dieses Constructionselementes hindern. Ich glaube daher, dafs man vorerst von der Festsetzung einer Schlauchkuppelungsnormalie absehen solle; diejenige, welche sich in der Praxis als die beste erweist, wird sich mit der Zeit selbst Bahn brechen und sich ihre allgemeine Einführung erringen.

Ueber Keilanordnungen.

Von H. L. Oeking.

(Vorgetragen in der Versammlung des Niederrheinischen Bezirksvereines vom 3. Januar 1882 zu Düsseldorf.)

Es mag für den ersten Augenblick Manchem sonderbar erscheinen, über die einfachsten Theile des Maschinenwesens, über Keilanordnungen, noch Wesentliches von Interesse hören zu sollen; bei näherer Betrachtung findet man jedoch bald, wie wenig Beachtung man denselben im Allgemeinen geschenkt hat, und hielt ich es daher für zweckmäfsig, hier darüber Einiges zu sagen. Ich mufs mich dabei natürlich auf einige besondere Fälle beschränken, welche jedoch genügen dürften, um sich über andere in der Praxie vorkommende ein klares Bild zu verschaffen.

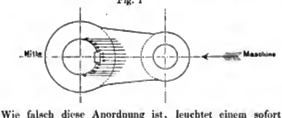
Vorzugsweise sind es zwei Anordnungen, die ich einer näheren Betrachtung unterziehen will.

1. Die Anwendung der Keile bei Kurbeln, Balanciers, Kunstkreuzen u. s. w. (ausgeschlossen sollen sein Keile für Transmissionstheile, bei denen die Kraftübertragung durch Riemenscheiben oder Räder erfolgt).
2. Die Anwendung der Keile bei Bleuel- und Zugstangenköpfen, sowie bei Gestängeverbindungen u. s. w.

Im ersten Falle bezweckt man durch das Eintreiben eines Keiles zwischen Nabe und Welle sowohl eine noch gröfsere Annäherung der zu verbindenden Theile, als auch eine Kraftübertragung von dem einen auf den anderen Theil.

Bei der Kurbel einer Dampfmaschine ist es von Alters her gebräuchlich, und es wird auch auf den Schulen nicht anders gelehrt, als dafs der Keil, wie in Fig. 1 skizzirt, zu sitzen kommt, also da, wo die gröfsere Masse vorhanden ist.

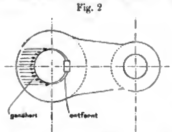
Fig. 1



Wie falsch diese Anordnung ist, leuchtet einem sofort ein, sobald man von dem Dampfdrucke ausgeht. Der durch den Dampf auf den Kolben ausgeübte Druck wird direct in der Pfeilrichtung auf den Kurbelzapfen und die Welle übertragen, und ist die Belastungsfläche der Welle durch Schraffirung in Fig. 1 dargestellt.

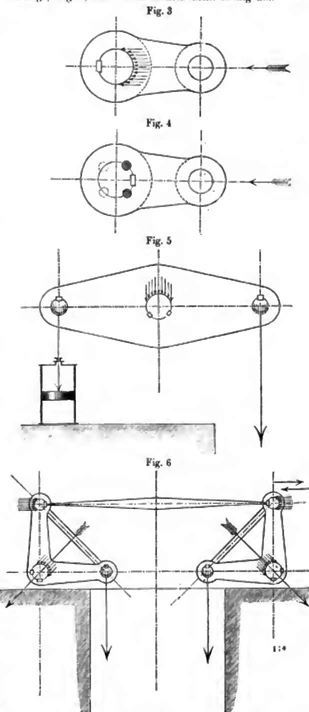
Hat die Kurbel sich um 180° gedreht, so ist das Belastungsfeld wiederum dasselbe wie vorher. Der Keil liegt also stets im belasteten Felde und bekommt den ganzen Dampfdruck, weil beim Eintreiben des Keiles die Nabe von der Welle auf der einen Seite entfernt und auf der gegenüberliegenden genähert wurde, Fig. 2.

Fig. 2



Es geht hieraus also hervor, dafs der Keil im belasteten Felde statt im entlasteten angeordnet wird, während es umgekehrt sein müfste; der dann verursachte Verlust an Querschnitt in der Nabe wäre leicht zu ersetzen.

Das Verfahren, die Kurbeln warm auf die Wellen zu ziehen, ist jedenfalls die Folge dieser unrichtigen Keillage, weil bei dieser der Keil zusammengedrückt, gelockert und so eine Bewegung hervorgerufen wird, während umgekehrt nach meinem Dafürhalten eine gut aufgepafste Kurbel mit richtiger Keillage, Fig. 3, ein Warmaufziehen nicht nöthig hat.



Noch vor Kurzem hatte ich Gelegenheit, an einer Fördermaschine denselben Uebelstand des Loswerdens wahrzunehmen.

In diesem Falle hatte man versucht durch 2 runde Dorne, s. Fig. 4, die Bewegung zwischen Kurbel und Welle aufzuheben; allein nach einigen Tagen trat der frühere Uebelstand wieder ein, die Dorne waren zusammengedrückt. Ein besseres Resultat wäre unzweifelhaft erzielt worden, wenn man sie, wie in Fig. 4 punktirt, angeordnet hätte.

In vorstehender Fig. 5 sind die Belastungsfelder der Zapfen in den Naben eines Balanciers und die richtige Lage der Keile veranschaulicht.

Ferner zeigt Fig. 6 zwei mit einander verbundene Kunstkreuze, welche durch eine liegende Maschine mittelst Feldgestänges in Bewegung gesetzt und zum Betriebe von 2 Schachtpumpen benutzt werden; auch hier sind Belastungsfelder und richtige Keillagen angedeutet.

Nicht minder wichtig ist auch die richtige Keillage der Schaufelachsen in den Radspeichen bei Raddampfern.

Bei Anwendung von 2 Keilen trifft man neuerdings auch die Anordnung wie in Fig. 7 skizzirt. Diese Art ist sehr zu empfehlen, die Keilnuten und Keile lassen sich viel genauer herstellen, als es bisher in der üblichen Weise möglich war. Man hat nur 4 statt 6 Flächen in Uebereinstimmung zu bringen; aufserdem steht dem Keile für die Kraftübertragung die ganze Dicke zur Verfügung.

Als Verhältnifs der Querschnittsdimensionen empfiehlt sich, 1 : 4 zu nehmen, wobei Achse und Nabe nicht zu tief eingeschnitten werden; dieses Verhältnifs ergiebt sich nahezu, wenn man die Keildicke $h = \frac{D}{16}$ macht, dann wird $b = \text{rot.}\ \frac{D}{4}$, unter D den Wellendurchmesser verstanden.

Die Anwendung von 2 Keilen in diesem Sinne empfiehlt sich ganz besonders für Kurbeln zu Fördermaschinen, für Balancier- und Kunstkreuzachsen u. s. w., wo also die Bewegungsrichtung abwechselnd nach der einen und anderen Richtung erfolgt. Aufserdem bietet diese Anordnung den Vortheil, dafs man bei zweitheiligen Naben die Keile so anordnen kann, dafs von der durch das Ankeilen erzeugten Spannung wenig oder gar nichts auf Trennung der beiden Hälften wirkt; schliefslich ist man bei keiner anderen Art des Aufkeilens so wenig von der Sorgfalt des Arbeiters und des Monteurs abhängig, wie bei dieser.

Ad 2. übergehend, mufs man für eine solide Construction dreierlei in Rücksicht ziehen:

1. genügenden Querschnitt gegen Abscheeren,
2. erforderliche Widerstandsfähigkeit gegen Durchbiegung,
3. erforderliches Auflager in den belasteten Stellen.

Punkt 1 wird durch Punkt 2 hinfällig. Mit wenigen Ausnahmen wird heute noch im Allgemeinen nur die erste Anforderung berücksichtigt, wobei es also gleichgültig ist, welche Länge die Keile erhalten.

Nebenstehend führe ich in Fig. 8 einen Bleuelkopf an, wie er auch im Constructeur von Prof. Reuleaux, 3. Auflage, S. 517 zu finden ist.

In diesem Buche heifst es ebenfalls: die Keile sind auf Abscheeren zu berechnen; doch halte ich diese Anschauung für unrichtig und glaube, dafs gar viele der häufigen Keilbrüche derselben ihre Entstehung verdanken. Um die Brüche zu vermeiden, ging man dazu über, die Keile in Schmiedeisen zu berechnen und in Stahl auszuführen; allein auch der beste Stahl gab nicht immer die gewünschte Sicherheit. Durch allerlei Combinationen suchte man nun die schädlichen Einflüsse vorstehender Construction zu beseitigen. Statt sich mit der Untersuchung zu befassen, wovon erwähnte Uebelstände herrührten, ging man dazu über, geschlossene Köpfe, wo es zulässig war, zu construiren, wobei der Keil nur auf Zusammendrücken in Anspruch genommen wird; ferner wendete man bei Köpfen wie Fig. 8 Querkeile zwischen Kappe und Stangenkopf an, welche wiederum Befestigungsschrauben nothwendig machten, u. s. w.

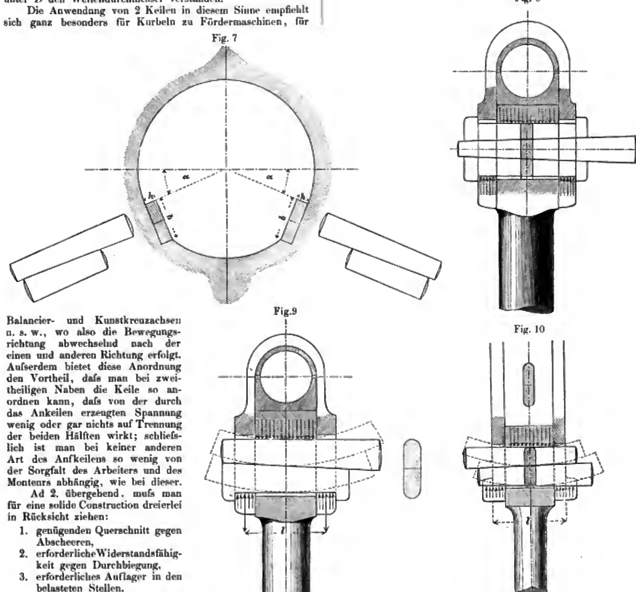


Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

Fig. 10

Die angeführten Nachtheile werden beseitigt, sobald man Punkte 2 und 3 in Rücksicht zieht, d. h. die Keile auf **Durchbiegung** und **Flächendruck** berechnet. Man erhält hierbei erheblich gröfsere Dimensionen, als es bei der vorhin erwähnten Methode der Fall ist; die Länge ist dabei von wesentlichem Einflufs in Bezug auf Durchbiegung.

In nebenstehenden Fig. 9 (Zugstangenkopf) und Fig. 10 (Gestängeverbindung) sind die Keile in gleicher Weise beansprucht. Sind in beiden Fällen die Querschnitte auf Abscheeren reichlich vorhanden, so werden doch bei einer gewissen Länge die Keile nicht mehr stark genug sein, eine Durchbiegung zu verhindern, und werden sich, wie übertrieben gezeichnet, durchbiegen. Hat erst die Biegung nur in geringem Mafse begonnen, dann nimmt sie fortwährend zu, bis schliefslich der Bruch erfolgt, indem das Auflager kleiner und die freiliegende Länge gröfser wird.

Man weifs ferner, dafs Schmiedeisen auf Zug und Druck gleiche Festigkeit besitzt; infolge dessen darf man also auch die belasteten Druckflächen nicht stärker in Anspruch nehmen, als für die Theile auf Zug zu Grunde gelegt ist. Gerade die Druckflächen werden vielfach zu wenig berücksichtigt.

In der Praxis findet man häufig Keile, die auf Abscheeren mit 6 bis 7 kg, auf Durchbiegung dagegen mit 20 bis 25 kg und auf Druck bis zu 30 kg pro Quadratmillimeter beansprucht sind. Nach Vorstehendem ist es nicht zu verwundern, wenn derartige Keile sich lockern und schliefslich einen Bruch herbeiführen. Dafs für solche Belastungen auf die Dauer auch der beste Stahl nicht genügt, liegt klar auf der Hand.

Bei einem stattgefundenen Keilbruche einer Zugstange, wo ich als Gutachter herangezogen wurde, ergab die Berechnung folgendes:

Die Inanspruchnahme	auf	Abscheeren . . .	5,5 kg
»	»	» Durchbiegung . .	19 »
»	»	» Druck in der Kappe	23 »

Diese Zahlen beziehen sich auf die mittlere Kraftübertragung, während in den todten Punkten sie sich noch wesentlich höher gestalten.

Fig. 11

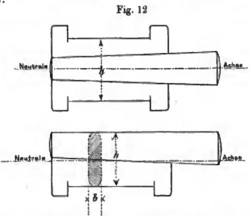
Bruchstelle.

In Fig. 11 sind die Theile skizzirt, wie sie nach dem erfolgten Bruche vorgefunden wurden; die Folgen der Durchbiegung treten hier klar vor Augen. Gleichzeitig will ich noch bemerken, dafs nach Abnahme der zweiten Zugstange, bei der der Keil noch nicht gebrochen war, dasselbe sich zeigte; es hätte also auch hier der Bruch bald erfolgen müssen. Der hier infolge der fehlerhaften Keilanordnung erfolgte Bruch hat einen ganz enormen Schaden verursacht.

Auf die Keile selbst noch zurückkommend empfehle ich, **nur** das Zweikeilsystem zur Ausführung zu bringen, während das Dreikeilsystem zu verwerfen ist, s. Fig. 12. Bei letzterem liegen die Theilfugen näher den äufseren Faserschichten, wodurch die Durchbiegung begünstigt wird, während bei

2 Keilen die Theilfuge die neutrale Achse schneidet; sodann kostet die Dreikeilanordnung mindestens 1/3 in der Herstellung mehr.

Fig. 12



Für die Berechnung der Zweikeilanordnung möchte ich empfehlen, sich folgender Formeln zu bedienen:

1. Auf Durchbiegung $Pl = \frac{1}{6} \cdot b h^2 \cdot \mathfrak{S}$,
2. » Flächendruck $f = \frac{P}{\mathfrak{S}}$.

Ferner erhält man für die Keile ein gutes Verhältnifs, wenn

$$\frac{b}{h} = \frac{1}{3}$$

genommen wird. Hierbei bedeutet:

P die Zugkraft,
l die Länge von Mitte bis Mitte Auflager,
h und b Höhe und Breite der Keile,
f Auflager der Keile,
$\mathfrak{S}$ die Inanspruchnahme.

In manchen Fällen ist die Kraft P unbekannt, dagegen aber der Querschnitt F einer Stange gegeben. Man erhält nun dieselbe Sicherheit in den Keilen, wie in der Stange, wenn

3. $F \cdot l = \frac{1}{6} \cdot b h^2$ auf Durchbiegung und
4. $f = F$ » Flächendruck

gesetzt wird.

Construirt man nach vorstehenden 4 Formeln, also auf Biegung und Druck, so resultiren zwar Dimensionen, an die man in der Praxis wenig gewöhnt ist, die aber für die Sicherheit derartiger Verbindungen sehr vortheilhafte Werthe geben.

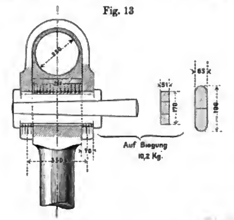
Zur besseren Veranschaulichung des vorher Gesagten dienen zwei Beispiele:

1. An einer Zugstange wirken 50000 kg. Der zugehörige Stirnzapfen ergiebt sich bei 6 kg pro Quadratmillimeter Inanspruchnahme:

$$d = \frac{9}{8} \sqrt{50000} = 250^{mm}.$$

Es ergeben sich nach den Verhältnifszahlen im Constructeur von Prof. **Reuleaux** die Keildimensionen zu 51 × 170 mm, nach obigen Formeln jedoch zu 65 × 196 mm, s. Fig. 13.

Fig. 13



2. Zwei schmiedeiserne Stangen von 100mm Schaftdurchmesser und 6kg Beanspruchung pro Quadratmillimeter auf Zug sollen mittelst Muffe und Keile mit einander verbunden werden. Die Verbindung mufs dieselbe Sicherheit wie die Stangen haben. Die Figuren 14 und 15 ergeben die Dimensionen dieser Stangenköpfe, berechnet nach **Reuleaux** 3. Aufl. S. 172 bezw. nach vorstehenden Formeln, mit folgenden Beanspruchungen:

Fig. 14 (Reuleaux) Fig. 15 (nach obigen Formeln)

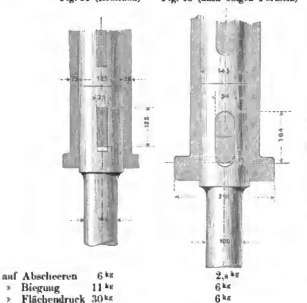


	Fig. 14	Fig. 15
auf Abscheeren	6 kg	2,8 kg
» Biegung	11 kg	6 kg
» Flächendruck	30 kg	6 kg

Es ist

$$P = 7854 \cdot 6 = 47\,124^{kg}.$$

Wenn die oben angegebene Biegungsformel auch nicht mathematische Genauigkeit beanspruchen kann, wobei zu berücksichtigen ist, dafs die Keile getheilt, also nicht als aus einem Stück angesehen werden können, ferner die Keile mit der halben Dicke als Radius abgerundet angenommen sind, so giebt sie doch zuverlässige und brauchbare Resultate.[1])

Es sollte mich freuen, wenn die berufenen Kräfte der techn. Hochschulen hiervon gebührende Kenntnifs nehmen wollten und fernerhin die Biegungsformel unter Zugrundelegung getheilter und gerundeter Keile festsetzen würden, womit sie der Praxis zweifelsohne sehr wesentliche Dienste leisteten.

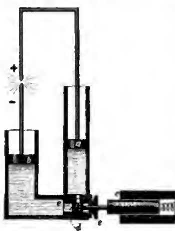
Elektrotechnik.

Locomotiv- und Schiffslampe von H. Sedlaczek und F. Wikulill. Die bisher an der Vorderseite der Locomotive angebrachten beiden Lampen erfüllen ihren Zweck für den Zug so gut wie gar nicht, denn kommt irgend ein für den Zug gefahrbringender Gegenstand in ihren Leuchtkreis, so ist es dem Locomotivführer nicht mehr möglich, rechtzeitig zu bremsen. Es lag daher der Gedanke sehr nahe, diese mangelhafte Beleuchtung durch die an sich viel zweckentsprechendere, elektrische Beleuchtung zu ersetzen. Die bisher nach dieser Richtung gemachten Versuche scheiterten jedoch daran, dafs die nach den für gewöhnliche Beleuchtungszwecke mafsgebenden Principien construirten Lampen sich als gänzlich ungeeignet erwiesen, da infolge der heftigen Erschütterungen, denen die Lampen an der Locomotive ausgesetzt sind, der Regulirungsmechanismus derselben schlecht functionirte und sehr bald seinen Dienst vollständig versagte. Es mufsten also für Locomotivlampen ganz andere Constructionsprincipien zur Anwendung kommen; sie durften vor allen Dingen weder Räderwerk, noch sonst irgendwelche leicht zerbrechliche Theile enthalten. Die Lösung dieser Aufgabe scheint den Ingenieuren **Sedlaczek** und **Wikulill** zu Leoben gelungen zu sein. Die von ihnen construirte Lampe hat ausgezeichnete Resultate ergeben.

[1]) Die hier besprochenen Verhältnisse kommen z. B. bei Dampfmaschinen um so mehr zu wichtiger Bedeutung, als man fortfährt, die Kolbengeschwindigkeit derselben zu steigern, wobei aufser den Dampfdrücken mehr und mehr die Drücke der bewegten Massen wirksam werden.

Die Construction dieser Lampe ist in der Figur schematisch dargestellt:

In zwei communicirenden, mit Glycerin gefüllten Cylindern bewegen sich dicht schliefsend die Kolben *a* und *b*, an welchen die Kohlenhalter befestigt sind. Der Regulirungsmechanismus ist in der Verbindungröhre der beiden Cylinder angebracht. Das Gewicht des oberen Kohlenhalters ist so grofs, dafs er den unteren in die Höhe drücken kann. Die Querschnitte der Cylinder *a* und *b* sind derart gewählt, dafs sich die Bewegungen derselben wie 1 : 2 verhalten. Diese Anordnung ist nöthig, da bei continuirlichen Strömen die positive Kohle doppelt so schnell abbrennt, wie die negative Kohle, ein Verbleiben des Lichtbogens an derselben Stelle aber infolge der Anwendung eines Reflectors erforderlich ist.



Die Regulirvorrichtung der Lampe, durch welche bewirkt werden soll, dafs der Lichtbogen immer die gewünschte Gröfse hat, besteht aus dem Hahne *e*, in welchem ein kleiner, mit Bohrung verseheuer Kolben *d* angeordnet ist, der durch einen in den Stromkreis der Lampe eingeschalteten Elektromagneten nach rechts und durch eine diesem entgegenwirkende Feder nach links bewegt werden kann. Durch diese Bewegung des Kolbens *d* wird die Verbindung der Cylinder abwechselnd hergestellt oder unterbrochen.

Bei der in der Figur gezeichneten Anfangsstellung der einzelnen Theile findet eine Communication der beiden Cylinder statt. Der Kolben *a* wird also sinken, dagegen *b* gehoben werden, bis sich die Kohlenstäbe berühren. In diesem Augenblick wird der Strom geschlossen und der Anker in die Spule hineingezogen und hierdurch die Verbindung der beiden Cylinder unterbrochen werden. Der Kolben *a* bleibt unverändert in seiner Stellung, während der Kolben *b* sinken wird, weil der Raum unter demselben infolge Fortbewegung des kleinen Kolbens *d* vergröfsert worden ist. Die Kohlenstäbe werden sich also etwas von einander entfernen, so dafs sich der Lichtbogen bilden kann. In dem Mafse, als letzterer durch Abbrennen der Kohle sich vergröfsert, wird der Strom schwächer und endlich die Wirkung des Elektromagneten durch die ihr entgegenwirkende Feder aufgehoben. Letztere drückt nun den Kolben *d* nach links, wodurch die Communication der beiden Cylinder wieder hergestellt wird. Sofort nähern sich die Kohlenspitzen einander soweit, bis abermals der Anker angezogen und die Communication unterbrochen wird. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis die Kohlen abgebrannt sind.

Der Hahn *e* hat noch eine zweite, nicht gezeichnete, weite Bohrung, welche bei entsprechender Drehung des Hahnes eine Verbindung zwischen beiden Cylindern herstellt, um die beiden Kohlenhalter, wenn neue Kohlen eingesetzt worden sind, schnell in die richtige Lage zu einander zu bringen.

Die eben beschriebene Lampe ist besonders für Schiffsbeleuchtung bestimmt. Kann man die Lampe, die dynamo-elektrische Maschine und den Motor nahe bei einander aufstellen, wie solches bei Locomotiven möglich ist, so erhält die Lampe eine etwas veränderte Construction. Es tritt nämlich bei der im Princip gleichen Regulirungsvorrichtung an Stelle des Elektromagneten ein Centrifugalregulator. Zur Erzeugung des elektrischen Stromes dient eine **Schuckert**'sche Flachringmaschine, welche mit einer Dreicylindermaschine von **Brotherhood**

direct gekuppelt ist. Der Dampfverbrauch der letzteren soll 1 pCt. von dem der Locomotive betragen.

Die dynamo-elektrische Maschine und die Dampfmaschine sind auf dem Rücken der Locomotive dicht hinter dem Schornstein angebracht. Die Länge des ganzen Apparates beträgt $1{,}50^m$. Die Lampe, welche dicht vor dem Schornstein in der Höhe des oberen Randes des Locomotivkessels befestigt ist, ist beweglich und kann vom Führerstande aus gedreht werden. Hierdurch ist eine Beleuchtung der Strecke auch in Curven möglich.

Mit dieser Lampe sind bereits mehrfache Versuche, so auf der Strecke St. Michael-Leoben der Kronprinz-Rudolf-Bahn und auf der Strecke Paris-Dammartin der franz. Nordbahn angestellt worden. Dieselben haben ausgezeichnete Resultate ergeben. Die Lampe gab trotz der heftigsten Erschütterungen und selbst bei den gröfsten Fahrgeschwindigkeiten ein vollkommen ruhiges Licht. Die Strecke konnte bis auf 400 bis 500^m genau beobachtet werden; ebenso waren die Signale und namentlich deren verschiedene Farben aufserordentlich gut erkennbar. Bedenkt man nun, dafs man einen Zug selbst bei grofser Fahrgeschwindigkeit auf 200 bis 300^m bremsen kann, so ist klar, dafs durch Einführung der elektrischen Locomotiv-Lampen die Sicherheit des Nachtbetriebes der Eisenbahnen beinahe der des Tagbetriebes gleichkommen wird.

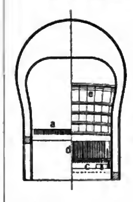
[Sedlaczek und Wiknlill haben auf ihre Lampe unter No. 8580 ein Hauptpatent und unter No. 17370 ein Zusatzpatent erhalten.] Die Patentschrift des letzteren ist noch nicht veröffentlicht. (Zeitschr. für angewandte Elektricitätslehre 1882, S. 73.) P. J.

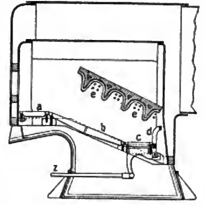
Locomotiven.

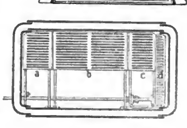
Compound-Locomotiven; Vergleichung der Maschine von v. Borries und der Maschine von Mallet. Ingenieur A. Mallet in Paris unterzieht das von ihm construirte Compound-System für Locomotivmaschinen und dasjenige des Ingenieurs v. Borries einem Vergleiche und sucht hierbei nachzuweisen, dafs die Vorzüge, welche nach der Meinung des Herrn v. Borries dessen System vor dem Mallet'schen haben soll, als solche nicht anzuerkennen sind. Wie bekannt, ist an den Mallet'schen Maschinen die Einrichtung getroffen, dafs in beiden Cylindern auch mit directem Dampfe gearbeitet werden kann, indem man durch Verschieben eines Vertheilungsschiebers den Weg, welchen der Dampf bei der Compound-Arbeit durch die Cylinder zu nehmen hat, für den vorerwähnten Zweck ändert; gleichzeitig wird durch ein Reductionsventil die Spannung des nach dem grofsen Cylinder strömenden Kesseldampfes soweit ermäfsigt, dafs die auf die beiden Kolben übertragenen Druckkräfte nahezu gleich grofs ausfallen. Die für gewöhnlich stattfindende Compound-Wirkung des Dampfes soll nur beim Anfahren und dann aufgehoben werden, wenn es darauf ankommt, eine ausnahmsweise hohe Leistung der Locomotive zu erzielen, zu welcher die Compound-Arbeit nicht mehr ausreichen würde. Bei dem System von v. Borries findet die Wirkung des Dampfes stets nach dem Compound-System statt; nur beim Anfahren wird durch eine einfache Einrichtung am Regulirschieber gleichzeitig Kesseldampf in den kleinen Cylinder und in den Receiver eingeführt, so dafs also auch im grofsen Cylinder der directe Kesseldampf zur Wirkung kommt, allerdings bei gleichzeitiger Vergröfserung des Gegendruckes auf den Kolben des kleinen Cylinders. Mallet hebt nun hervor, dafs bei gewissen ungünstigen Kolbenstellungen trotz dieser Einrichtung doch das Anfahren unmöglich gemacht werden kann. Trotz der von Mallet zugegebenen gröfseren Complication seines Dampfvertheilungs-Mechanismus wird die unzweifelhaft gröfsere Betriebssicherheit, welche das Mallet'sche System nicht allein für das Anfahren, sondern namentlich bei Ueberwindung unvorhergesehen eintretender, gröfserer Betriebswiderstände darbietet, hervorgehoben, da eben im Nothfalle in beiden Cylindern sofort mit directem Kesseldampfe gearbeitet werden kann. (Organ 1881, Heft 6, S. 238 bis 243.)

Versuche mit der Nepilly'schen patentirten Locomotivfeuerung. Die dem Betriebsmaschinenmeister Nepilly in Saarbrücken patentirte Locomotivfeuerung besteht aus

einem zum Theil horizontalen, zum Theil nach vorn geneigten gufseisernen Bündelroste *a b* von 3 bis 4^{mm} Spaltenweite, einem horizontalen Nachverbrennungs- und Schlackenroste *c* von 8^{mm} Spaltenweite, einer verticalen, rostartig durchbrochenen Wand *d* und einem aus feuerfesten Formsteinen gebildeten Schirm *e*. Der Nachverbrennungsrost *c* kann mittelst der vom Führerstande aus verstellbaren Zugstange *z* soweit nach hinten geneigt werden, dafs die auf ihm angesammelte Schlacke in den Aschenkasten stürzt, s. Figur. Die Feuerung hat den Zweck, geringwerthiges Brennmaterial (Staubkohle oder Braun-







kohle in Form nufsgrofser Stücke) zur Locomotivheizung verwendbar zu machen, wodurch augenscheinlich erhebliche Ersparnisse bei den Ausgaben für die Locomotivheizung erzielt werden können. Bekanntlich wird schon jahrelang auf den belgischen Bahnen nur Staubkohle zur Locomotivheizung verwendet, was dort nur mit Hülfe sehr grofser Rostflächen, wie sie die Feuerkisten nach System Belpaire besitzen, ermöglicht wird. Vielfache Versuche, auch in deutschen Locomotiven die Staubkohlenfeuerung einzuführen, scheiterten bislang an dem Umstande, dafs es schlechterdings nicht möglich war, auf den wesentlich kleineren Rostflächen eine so intensive Verbrennung der Staubkohle herbeizuführen, wie sie zur Erzeugung der erforderlichen Dampfmenge nöthig ist, ohne dafs namentlich ein erheblicher Theil der Kohle infolge der scharfen Zugwirkung in die Rauchkammer übergerissen wurde, woraus aufser anderen Unzuträglichkeiten auch ein sehr lästiges Funkenauswerfen aus der Locomotivesse entsprang. Alle diese Uebelstände scheinen durch vorliegende Construction nach den bisher mit ihr erzielten Resultaten beseitigt zu sein. Die Kohle erleidet auf dem Roste *a* und dem hinteren Theile des Rostes *b* zunächst eine Verkokung, während sie auf dem vorderen Theile von *b* und auf *c* vollständig verbrennt. Die Luft, welche aufser durch die Rostspalten auch durch den verticalen Rost *d* Zutritt zum Feuerraum und zwar durch *d* oberhalb der Kohlenschicht findet, bewirkt durch ihren noch nicht verbrauchten Sauerstoffgehalt eine vollständige Verbrennung der über *a* und *b* reichlich entwickelten Kohlenwasserstoffgase um so mehr, da infolge der starken Erhitzung des Schirmes *e* die Temperatur der Gase sehr erheblich gesteigert wird. Die Rippen des Schirmes verursachen starke Wirbelbewegungen in den Gasen und befördern dadurch eine sehr innige Mischung von Luft und Gas. Infolge der nur mäfsigen Geschwindigkeit, mit welcher die Luft die Rostspalten durchströmt, wird die Staubkohle nicht vom Roste aufgewirbelt und das Ueberreifsen von glühenden Kohlentheilchen nach der Rauchkammer hin sowie das Funkensprühen aus der Locomotivesse wirksam verhütet.

Der freie Querschnitt zwischen der höchsten Kante des Schirmes *e* und der Feuerkistendecke mufs mindestens gleich dem Gesammtquerschnitt der Siederöhren sein. Schon in

No. 94 der Annalen für Gewerbe und Bauwesen vom 15. Mai 1881, S. 432 bis 438 wird von Regierungs- und Baurath Bormann in Saarbrücken über die günstigen Resultate, welche auf den dortigen Linien mit der Staubkohlenfeuerung mittelst der Nepilly'schen Construction erzielt worden sind, berichtet. Die Ersparnifs an Brennmaterial beziffert sich dort pro Nutzkilometer auf etwas über 2 ₰, was pro Maschine und Jahr eine solche von rund 1200 ℳ ausmacht; die Herstellungskosten der Feuerung betragen etwa 500 ℳ und jede Erneuerung des Feuerschirmes, die etwa alle 3 bis 4 Monate erforderlich wird, ca. 25 ℳ. Neuerdings hat auch die Dux-Bodenbacher Bahn umfassende Versuche mit der Nepilly'schen Feuerung angestellt, und zwar mit Anwendung von geringwerthiger Braunkohle, welche durchaus zufriedenstellende Resultate ergeben haben. Die Verdampfung betrug bei Verwendung geringwerthigster Nufskohle von 5 bis 25mm Stückgröfse durchschnittlich 4,07 kg Wasser auf 1 kg Kohle bei fast vollständig rauchloser Verbrennung. Der bewegliche Theil des Rostes wurde hier fest hergestellt, da Braunkohle keine Schlacken liefert. Infolge des weniger erschwerten Luftzutrittes durch den Rost, namentlich durch den verticalen Theil desselben, kann die Blasrohrpressung wesentlich vermindert werden, wodurch einerseits das Funkensprühen weniger begünstigt, andererseits der Gegendruck auf die Kolben herabgemindert wird. Es scheint demnach wohl keinem Zweifel zu unterliegen, dafs durch die Nepilly'sche Construction die Frage der zweckmäfsigen Verwendung geringwerthigen Brennmaterials auch in Locomotiven mit kleineren Feuerkisten, also auch mit kleineren Rostflächen ihrer Lösung sehr nahe gebracht ist. Der einzige Einwand, welchen man gegen diese Construction erheben könnte, ist der, dafs durch den Schirm e es unmöglich gemacht wird, von der Feuerthür aus an die Siederöhren gelangen zu können, um bei eventuellem Bersten eines solchen Rohres während der Fahrt das Ausströmen des Wassers in die Feuerkiste durch Zupfropfen der Rohrmündung zu verhindern, eine Mafsregel, die allerdings glücklicher Weise nicht häufig erforderlich wird. (Glaser's Annalen für Gew. und Bauw. 1881, Bd. 9, H. 10, S. 191 bis 195 und S. 198. — Organ f. d. Fortschr. d. Eisenb. 1882. H. 1, S. 17 bis 22. — Im Auszuge in Wochenschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1881, No. 40, S. 227 bis 228.) L. P.

Landwirthschaft.

Leistungen verschiedener Dampfpflüge. Obgleich die Fowler'schen Dampfpflüge mit 2 Locomotiven ganz befriedigend arbeiten, so macht doch ihr hoher Preis von 40000 bis 50000 ℳ ihre Einführung in manchen Wirthschaften geradezu unmöglich, und man versucht schon längst, billigere Dampfpflüge einzuführen, ohne bis jetzt dem Zweimaschinensysteme ernstlich Concurrenz gemacht zu haben. Erst in neuester Zeit ist es dem deutschen Vertreter von J. & F. Howard in Bedford gelungen, die Landwirthe ernstlich für Howard's Einmaschinensystem zu interessiren, das etwa ein Drittel weniger kostet, als das Zweimaschinensystem.

Um sich unabhängig von den verschiedenen Anpreisungen ein Urteil über die beiden concurrirenden Systeme bilden zu können, veranstaltete der Land- und Forstwirthschaftliche Hauptverein zu Hildesheim im September 1881 die erste deutsche Dampfpflugconcurrenz zu Banteln, welche mit 4 Dampfpflügen des Einmaschinensystems und 2 Dampfpflügen des Zweimaschinensystems[1]) beschickt war. Die Preisrichter hatten bei dieser Concurrenz keine Preise zu vertheilen, sondern ihre Beobachtungen und Ansichten in einem Berichte niederzulegen, der kürzlich erschien[2]) und aus welchem die folgende Tabelle ausgezogen ist, welche in gedrängtester Kürze die Hauptresultate wiedergeben soll.

Ergebnisse der Dampfpflug-Concurrenz zu Banteln.

No.	Bezeichnung der Dampfpflüge.				Beschaffenheit der Arbeit.			Leistung beim Pflügen und Versetzen.			Kohlen-verbrauch pro Hektar	Bedienung		Kosten des Pflügens pro Hektar in Mark.			
	Aussteller	Anzahl der Locomotiven	Nominelle Pferdekraft der Locomotiven	Heizfläche einer Locomotive (qm)	Mittlere Furchentiefe (cm)	Pfluggeschwindigkeit pro Minute (m)	Bodenlockerung	Leistung pro Stunde der ganzen Arbeitszeit (a)	Zeitverlust durch Betriebsstörungen in Procenten der ganzen Arbeitszeit	Zeit zum Versetzen eines Dampfpfluges ohne Fahrzeit auf dem Wege (Minuten)	(kg)	beim Pflügen (Männer)	Hülfe beim Versetzen	Zins-Abschreibung und Unterhaltung	Kohlen Wasser und Oel	Löhne beim Pflügen und Versetzen	Gesammt-Kosten
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
1	Fowler	1	8	17,03	37	100	Sehr feine Krümelung	48,4	0	38	313	3	1 Mann	12,34	11,04	3,13	26,51
2	Fowler	2	8	17,32	36	87	Feine Krümelung	53,6	0	8	320	4	0	12,00	11,23	3,64	26,87
3	Fowler	2	14	20,05	35,5	94	„	73,9	0	—	314	4	—	10,68	10,94	2,69	24,31
4	Howard	1	6	9,56	35	72	Gröbere Krümelung	26,7	17,7	—	316	3	—	18,00	11,45	5,92	35,37
5	Howard	1	8	15,54	knapp 35	54	„	38,6	0	94	265	3	1 Gespann mit Knecht	14,53	9,59	4,36	28,41
6	Howard	1	12	21,64	35	55	„	42,6	9,3	—	371	3	—	15,55	13,07	4,02	32,94

Wie die Spalten 5 bis 7 zeigen, war die Arbeit der Pflüge sowohl der Tiefe, wie namentlich auch der Lockerung nach so verschieden, dafs man sie in Beziehung auf den erforderlichen Arbeitsaufwand durchaus nicht als gleichwerthig ansehen kann. Feinere Krümelung erfordert nicht nur an und für sich, sondern namentlich auch deswegen mehr Arbeit, weil man bei der dazu erforderlichen hohen Geschwindigkeit bei gleicher Pferdekraft der Locomotive weniger Furchenquerschnitt nehmen mufs, also einen gröfseren Procentsatz der ganzen Arbeit auf den Leerzug verwendet.

Leistung. Die Spalten 8 bis 10 zeigen für die 8pferdigen Dampfpflüge, dafs das Zweimaschinensystem die höchste Leistung giebt und am wenigsten Zeit zum Versetzen erfordert. Diese Vortheile treten in der Praxis noch weit besser hervor, als bei einem kurzen Versuche, weil die Locomotivführer beim Zweimaschinensysteme nach 3 bis 5 Minuten Fahrzeit wieder ebensoviel Pause haben, in der sie bequem heizen, schmieren und nach ihrer Maschine sehen können, während der Heizer beim Einmaschinensysteme nie eine Pause hat, also körperlich und geistig dermafsen angestrengt ist, dafs bei einem Arbeiter mittlerer Güte mit Sicherheit Betriebsstörungen zu erwarten sind, wenn er nicht von Zeit zu Zeit eine Pause macht und dadurch Zeitverluste herbeiführt.

[1]) Beschreibungen dieser Dampfpflüge finden sich im Jahrgange 1880, S. 331 der Zeitschrift.

[2]) Bericht über die Dampfpflugconcurrenz zu Banteln vom 2. bis 8. September 1881. Im Auftrage des Land- und Forstwirthschaftlichen Hauptvereines Hildesheim herausgegeben von C. Boysen und A. Wüst. Berlin. Verlag von Paul Parey. 1882.

Der Kohlenverbrauch ist im Durchschnitte bei dem Ein- und Zweimaschinensysteme nahezu gleich, aber das 8pferdige Howard'sche Einmaschinensystem, das ohne Betriebsstörungen arbeitete, zeigt recht deutlich, wie bedeutend die durch langsames Fahren und grobes Krümeln herbeigeführte Kohlenersparnifs ist, denn die Heizfläche war beim Einmaschinensysteme für dieselbe Arbeit in der Stunde kaum zwei Drittel von der beim Zweimaschinensysteme.

An Bedienung braucht man beim Einmaschinensysteme einen Mann weniger als beim Zweimaschinensysteme, dafür sind aber auch die Anker, der Ankerwagen, die Leitrollen und die Seilträger ohne alle Aufsicht und Betriebsstörungen können kaum ausbleiben.

Die Kosten des Pflügens wurden mit Rücksicht auf das Versetzen unter Zugrundlegung gleicher Materialpreise und gleicher Löhne von den Preisrichtern wie in Spalte 14 bis 17 berechnet. Zins, Abschreibung und Unterhaltung wurden dabei für Fowler's Zweimaschinensystem pro Jahr zu 21,5 pCt., für Fowler's Einmaschinensystem zu 27 pCt. und für Howard's Einmaschinensystem zu 28 pCt. des Dampfpflugpreises angenommen. Diese Sätze geben bei den Kosten des Pflügens pro Hectar erst merkliche Differenzen, und doch kann man sie für die Einmaschinensysteme nur schätzen, also denselben ebenso wie den berechneten Gesammtkosten keinen grofsen Werth beilegen. Nimmt man aber diese Sätze, die nach Ansicht des Referenten eher etwas zu günstig für das Einmaschinensystem sind, als richtig an, so stellt sich die Arbeit mit den Howard'schen Einmaschinensystemen theurer, als mit den Fowler'schen Zweimaschinensystemen. Die Arbeit der Einmaschinensysteme wird aber in der Praxis verhältnifsmäfsig noch theurer, weil dort eine Menge Aufenthalte vorkommen müssen, welche bei den Zweimaschinensystemen wegen der besseren Beaufsichtigung aller Maschinen und der weniger anstrengenden Arbeit der Locomotivführer vermieden werden.

A. W.

Eisenbahnbetrieb.

Eisenbahnwagen. Ueber die Personenwagen der preufsischen Bahnen giebt Eisenbahn-Maschineninspector Wichert folgende Notizen. In denselben werden jährlich 115 Millionen Menschen 3800km weit transportirt. Das Coupésystem ist am meisten angewendet und wird vom Publikum vorgezogen. Nur beim Lokalverkehr findet der Intercommunicationswagen Anklang und dürfte für einen solchen auch die Reduction der 4. Klassen und der weiteren Abtheilungen für Damen, Nichtraucher u. s. w. angezeigt sein, da es sich hierbei nicht um längeren Aufenthalt im Wagen handelt. Würde man die Tarife nach dem Raum der einzelnen Klassen feststellen, bei denen die I. 2100mm Wagenlänge für 6 Plätze, die II. 1880mm für 8, die III. 1550mm für 10 beansprucht, so dafs auf zwei Achsen 24 Plätze I., 32 II., 50 III., 60 IV. untergebracht werden können, so müfsten statt 8, 6, 4, und 2 ₰ pro 1 Personenkilometer, wie dies wirklich berechnet wird, 8 für die I., 6 für die II., 3,84 für die III., 3,2 für die IV. berechnet werden, wobei noch von der verschiedenen Ausstattung der einzelnen Klassen abgesehen ist. Betrachtet man ferner, dafs von der I. Klasse durchschnittlich nur 11,7 pCt., von der II. 23,2, der III. 22, der IV. 30 pCt. der Plätze besetzt sind, so müfsten, wenn alle Klassen verhältnismäfsig gleiche Einnahmen bringen sollten, 16 ₰ für die I., 6 für die II., 4 für die III., 2,5 für IV. berechnet werden. Die Anschaffung der Wagen ist für die II. Klasse um 50 pCt., die Unterhaltung um 100 pCt. höher als für die III.

Es scheint daher gerechtfertigt, dafs die I. Klasse etwas höher angelegt und die III. der II. gegenüber etwas besser ausgestattet wird (Gepäcknetze, Vorhänge, gröfsere Fenster); der niedere Tarif der IV. Klasse ist aus anderen Gründen vollständig berechtigt.

In Betreff der Ventilation, der Beleuchtung und Heizung wird angegeben, dafs für die erstere die Oberlichtaufbaue günstig wirken, dafs in Deutschland (excl. Bayern) 11 000 Wagen mit Oel, 2600 mit Gas, 2500 mit Stearinkerzen beleuchtet sind und dafs die jährlichen Ausgaben für die Coupéheizung in Preufsen über 650 000 ℳ betragen, während überhaupt für die Unterhaltung und Reinigung der preufsischen Personenwagen jährlich 5 600 000 ℳ ausgegeben werden.

Gegen weitere Erhöhung der Ausgaben durch Einrichtung von luxuriösen Wagen mit Salon, Aussichtsplatz, Restauration u. s. w. mufs man sich im Interesse niederer Personentarife aussprechen. (Glaser's Annalen.)

A. G.

Werkzeugmaschinen.

Die deutsche Werkzeugmaschinenfabrik, vorm. Sondermann & Stier in Chemnitz, baut für Drechslerarbeiten und Stücke bis 100mm Durchmesser und 160mm Länge eine Holzdrehbank, bei der die Werkzeuge ähnlich angeordnet sind, wie bei den Bänken für die Fabrikation kleiner Metallschrauben. Das bis zu 1m lange Holzstück wird entweder zwischen Spitzen oder in ein auf der Spindel sitzendes, innen konisch ausgedrehtes und mit Gewinde versehenes Futter eingespannt. Ein seitlich am Support stehendes Vordrehmesser stellt die Cylinderform her und es folgt demselben unmittelbar ein ringförmiges Lager, durch welches das Holzstück geführt ist. Façondreh- und Façonschlichtstahl, auf einem Schlitten befestigt und durch einen Hebel bewegt, vollenden nach einander die äufsere Form des Stückes, das dann von einem dritten Stahl abgestochen wird. Zum Ausbohren kann der Bohrer oder die Fräse im Reitstock befestigt werden, und indem dieser an den Support angehängt wird, geschieht dasselbe während des Vorschruppens. Für konische Grundform ist noch ein zweites Schruppmesser vorhanden. Die Spindel macht 3300 Touren pro Minute. Sämmtliche Werkzeuge bleiben für einen Gegenstand festgestellt, so dafs die Bank für Massenfabrikation sehr vortheilhaft scheint. (Uhland's prakt. Masch.-C.)

A. G.

Feuerungsanlagen, Heizung und Lüftung.

Regulirofen mit flächenvergröfsernden verdoppelten Rippen von de Dietrich & Co. Diese verdoppelten Rippen sind an einem verhältnifsmäfsig weiten Cylinder angebracht, in welchem die Feuergase nach unten ziehen. Die Rippen erster Ordnung sind sehr lang, etwa gleich dem Halbmesser des Cylinders und senkrecht zu ihrer Richtung mit Rippen zweiter Ordnung besetzt, zwischen denen sich verticale Canäle bilden, in welchen die zu erwärmende Luft aufsteigen kann. Auf diese Weise wird die äufsere Heizfläche dieses Theils der Calorifère gleich dem 50 fachen der inneren Heizfläche und somit die Wirkung dieser verdoppelten Rippen etwas problematisch. Die Regulirung erfolgt durch eine horizontale Klappe in der Art, dafs die Feuergase auch an dem mit den Doppelrippen besetzten Cylinder vorbei direct in den Schornstein gehen können, wodurch dann die Heizfläche der Calorifère um ein Bedeutendes vermindert wird. Nebenbei zeigt dieser Luftheizungsofen noch eine hübsche Anordnung der Feuerung. Die auf einem Treppenrost entwickelten Gase ziehen über eine Zwischenwand hinweg nach unten und treffen dabei mit den sauerstoffreichen Verbrennungsproducten eines unter der Treppe liegenden Planrostes zusammen. Das brennende Gasgemisch wird dann zu besserer Vereinigung noch weiter abwärts und wieder nach oben geführt. (Patentschrift No. 13 970.)

Gasgenerator von W. J. Taylor. Derselbe beruht auf dem schon 1874 von Lürmann vorgeschlagenen Princip, durch passende Zuschläge in einem Gebläse-Schachtofen eine flüssige Schlacke zu erzeugen, welche die Asche des Brennmaterials mit aufnimmt und nur von Zeit zu Zeit abgestochen werden braucht. Die Abmessungen eines solchen Ofens in Chester, N.-J., werden wie folgt angegeben. Der Herd hat eine Weite von 0,6m bei gleicher Höhe, über demselben erweitert der Schacht sich mit 25° Böschung auf 1,20m, um sich bis zur Oberkante des Ofens, 3,60m, wiederum auf 0,90m zu verengen. Die einzige Form liegt 0,30m über dem Boden, über derselben wird der Ofen noch durchschnittlich 1,80m hoch mit Brennmaterial gefüllt gehalten. Den Wind liefert eine kleine Gebläsemaschine von 0,40m Cylinder und 0,30m Hub; sie verbraucht bei einer Windleistung in der Minute von 8cbm mit 7 bis 10cm Wassersäule stündlich 90kg Kohlen. (Bull. du Musée. 1881, November, S. 268.)

Luftheizungs-Apparat von Schwatlo. Ein parallelepipedischer, an seinen Wänden mit senkrechten Rippen besetzter Kasten ist durch mehrere flache, verticale Rohre durch-

brochen, in welchen senkrecht stehende Wellrohre angebracht sind. Letztere sollen einmal die Wärme leichter an die durch die Röhren aufsteigende Luft abgeben, dann aber auch eine Ueberführung von Wärme von der wärmeren Rohrwand nach der weniger warmen vermitteln. Der Feuerraum aus feuerfesten Steinen ist zwischen die mittleren Röhren hineingebaut, die in ihm entwickelten Feuergase theilen sich an seinem hinteren Ende und umspülen in je einem Schlangenwege die Röhren der einen Seite des Apparates, worauf sie durch je ein gufseisernes Rohr in den Schornstein abgeführt werden. Der Apparat steht in dem gewöhnlichen Lufterwärmungsraum aus Mauerwerk, und es steigt behufs ihrer Erwärmung die Luft, wie erwähnt, in den Röhren, aufserdem an den Seitenwänden des Kastens in die Höhe. Für ausreichende Putzthüren ist gesorgt. Die Feuerung ist eine dem Eisenwerk Kaiserslautern patentirte Schüttfeuerung, von welchem Werke auch die beschriebene Einrichtung gebaut wird und in Frankfurt ausgestellt war. (»Prakt. Masch.-Constr.« 1881, S. 108.)

Dampf- und Wasserheizung von Ernst Körting in Hannover. Das Eigenthümliche dieser Heizungseinrichtung besteht darin, dafs die Uebertragung der im Dampf enthaltenen Wärme nicht in dem eigentlichen Heizkörper, sondern in einem Zwischenapparate erfolgt. Von dem Dampfkessel führt die Leitung durch einen mit Wasser gefüllten, geschlossenen Raum, den sie von oben nach unten durchzieht, nach dem Speiseventil des Dampfkessels zurück. Jener Raum spielt infolge dessen die Rolle des Wasserheizkessels bei den gewöhnlichen Warmwasser-Heizungen und steht mit dem Heizkörper in üblicher Weise in Verbindung, derart, dafs das erwärmte Wasser im Zwischenapparat aufsteigt, im Heizkörper dagegen, sich abkühlend, niedersinkt. Das ganze System ist in seinen einzelnen Abtheilungen ein vollständig geschlossenes; in jedem der letzteren findet ein ungehinderter Kreislauf statt, sobald nicht einer derselben, z. B. ein Heizkörper, von dem zugehörigen Zwischenapparat durch eine Absperrvorrichtung ausgeschaltet wird. Zu jedem Heizkörper gehört ein Zwischenapparat, der in demselben oder einem anderen Raum aufgestellt sein kann, während der Dampfkessel für eine ganze Reihe von Apparaten benutzt werden kann. Es werden bei diesem System die Vortheile der Dampfheizung wie der Warmwasser-Heizung gleichzeitig erzielt. (Patentschrift No. 15 608.)

Lufterwärmungs-Apparat von Rob. Boyle & Söhne. Derselbe ist sehr einfach und überall leicht anzubringen. In einem an der Wand angebrachten Rohr oder Kasten, in welchen von aufsen die frische Luft eingeführt wird, liegt nahe der oberen Mündung ein Schlangenrohr, dessen eines Ende ins Freie geführt ist, dessen anderes Ende mit trichterförmiger Erweiterung über einem Gasbrenner schwebt, so dafs dessen Verbrennungsproducte das Rohr durchziehen und die an letzterem vorbei in das Zimmer tretende Luft erwärmen. Die Gasflamme ist durch einen Schirm gegen Luftzug geschützt, so dafs sie nicht flackern und ihre Verbrennungsproducte direct in das Zimmer senden kann. In dem Luftrohr befindet sich selbstverständlich eine Klappe zur Regulirung der einzuführenden Menge frischer Luft. (»Iron« 29. Decbr. 81, S. 517.)

R. Z.

Litteratur.

Die Messungen in der Elbe und Donau und die hydrometrischen Apparate und Methoden des Verfassers. Von A. R. Harlacher, Professor an der deutschen technischen Hochschule in Prag. Grofs-Quart, 61 Seiten Text, 50 Holzschn. und 5 lith. Tafeln. Leipzig, Arthur Felix, 1881.

Die für die Technik höchst wichtigen Bewegungserscheinungen des Wassers in Flüssen und offenen Kanälen sind sehr verwickelt und von einer Menge von Eigenschaften des Bettes und des Wassers selbst abhängig. Es ist bekanntlich bisher noch keineswegs gelungen, wissenschaftlich begründete Formeln aufzustellen, welche die Beziehungen der Wassergeschwindigkeiten zu den sie bestimmenden Elementen genügend darstellen. Man mufste sich daher zufrieden geben mit sogenannten Experimental-Theorien, d. h. mit mehr oder weniger willkürlich gebauten Formeln, aus welchen die durch Messungen gefundenen, auf die Wasserbewegung sich beziehenden Zahlenwerthe annähernd berechnet werden können, wenn die entsprechenden Werthe für die mafsgebenden Gröfsen eingesetzt werden. Auch diese Formeln, so grofse Fortschritte sie auch gegen früher heute schon zeigen, sind jedenfalls noch verbesserungsfähig, da sie häufig noch sehr auffällige Abweichungen von den aus directen Messungen erzielten Werthen, wenigstens in einzelnen Fällen, ergeben. Man ist demgemäfs genöthigt, entweder zu verschiedenen Formeln bei verschiedenen Fällen zu greifen, oder in besonderen Fällen auch besondere Formeln zu construiren.

Die Ursachen dieser so wenig erfreulichen Lage der Erforschung der Wasserbewegung in offenen Kanälen liegen, neben der vielleicht niemals ganz zu beherrschenden Schwierigkeit des Problems, in den Ungenauigkeiten und in der unzureichenden Menge des zur Verfügung stehenden Messungsmaterials, welches überhaupt nur mit grofser Mühe, Ausdauer und grofsen Kosten beschafft werden kann. Es ist demnach in hohem Grade anerkennenswerth, wenn in den letzten Jahren hervorragende Techniker und Gelehrte sich der Arbeit unterzogen haben, die Messungsmethoden für die Geschwindigkeit des Wassers in Flüssen zu verbessern und den Resultaten eine früher nicht gekannte Genauigkeit und Sicherheit zu ertheilen.

Das oben erwähnte Werk Harlacher's, des Leiters der hydrometrischen Section der hydrographischen Commission des Königreichs Böhmen, verfolgt den Zweck, die seit Jahren von dem Verfasser ausgeführten Messungen mit verbesserten Methoden und Instrumenten der technischen Welt mitzutheilen und zu weiteren Vervollkommnungen aufzufordern.

Er verwendet ausschliefslich den Woltmann'schen Flügel, dem eine Führung längs einer senkrecht in den Flufsboden eingesetzten, hohlen, geschlitzten Eisenröhre ertheilt wird. Durch ein Visir wird die Flügelaxe nicht parallel zum Stromfaden, sondern senkrecht zur Querschnittsebene des Flusses gerichtet und solcherart der Einflufs der schräg gegen diese Ebene einfallenden Bewegungsrichtungen eliminirt. Der Flügelapparat ist durch Anordnung von Leitungsrollen und einer Aufzugsvorrichtung an der senkrechten Stange verschiebbar und dessen Einsenkung von der Wasserfläche leicht und genau abzulesen; auch wird durch eine tellerförmige, untere Verbreitung des Gestelles das Anstreifen des Flügels an dem Flufsboden beim Messen in den tiefsten Wasserschichten vermieden. Zur Zählung der Umdrehungen und zur Zeitbeobachtung verwendet Harlacher den elektrischen Strom meist in solcher Weise, dafs jede Umdrehung, oder eine gewisse Anzahl derselben, zugleich mit dem Verlaufe der Zeit auf demselben Papierstreifen eines elektrischen Schreibapparates, ähnlich wie beim Morse-Apparat und dem Chronographen bei astronomischen Beobachtungen, aufgezeichnet wird, theilweise auch unter Mitverwendung eines elektrischen Läutewerkes.

Die Messungen, bei welchen es nun nicht mehr nöthig wird, zur jedesmaligen Beobachtung der Umdrehungszahl das Instrument über Wasser zu heben, erfolgen in der Art, dafs zunächst die Geschwindigkeiten des Wassers in einer zur Stromrichtung parallelen Ebene festgestellt werden. Aus den so gefundenen Verticalgeschwindigkeitscurven lassen sich nach bequemen Rechnungsmethoden die Wassermengen, die mittleren Geschwindigkeiten, die Linien gleicher Geschwindigkeiten und alle für die Hydraulik wichtigen sonstigen Gröfsen ableiten. Durch ein gleichförmiges Bewegen des Flügels längs der Verticalstange erfolgt, wenn die Beobachtung der Verticalcurve selbst nicht beabsichtigt wird, direct die mittlere Geschwindigkeit in einer Verticalen (durch den sog. elektrischen Integrator). Der Construction des Woltmann'schen Flügels selbst, sowie der genauen Bestimmung der Formel und deren Constanten, welche Umdrehungszahl und Wassergeschwindigkeit in Abhängigkeit von einander setzen, wird eine ausführliche Besprechung gewidmet.

In den letzten Abschnitten des vorliegenden Buches werden die von Harlacher ausgeführten Wassermessungen an der Donau bei Klosterneuburg, im Donaukanal bei Nufsdorf und die hydrometrischen Arbeiten in Böhmen, insbesondere die Wassermengebestimmungen (Consumtionsmessungen) in der Elbe bei Tetschen besprochen und der Verlauf der Operationen, die unter Hülfe einer österreichischen Pionier-Abtheilung bewerkstelligt wurden, ausführlich beschrieben und die Resultate der Messungen mitgetheilt. Infolge von grofser Trocknifs in

Böhmen in den 70er Jahren fand sich der Landtag des Königreichs Böhmen veranlafst, eine Commission zur Erforschung der Ursachen des zunehmenden Wassermangels und der zunehmenden Ueberschwemmungen einzusetzen. Diese Commission, zu welcher auch Harlacher berufen wurde, erkannte bald, dafs es zur Beantwortung der ihr übertragenen Fragen im hohen Grade an ausreichendem und genauem Beobachtungsmaterial mangele und veranlafste, dafs eine hydrographische Commission eingesetzt wurde, welcher die Aufgabe zufiel, eine gründliche Untersuchung der Niederschlags- und Abflufsverhältnisse im Lande vorzunehmen und welche ihre Thätigkeit im Jahre 1875 begann. Die Commission, deren Thätigkeit voraussichtlich lange Jahre dauern wird, zerfällt in eine meteorologische und in eine hydrometrische Section, deren letzterer Arbeiten von Harlacher ausgeführt und geleitet werden.

Wir können das vorliegende Werk allen betheiligten Kreisen zum Studium und zur Nachahmung bestens empfehlen. Wenn auch dem Hrn. Verfasser in der Verwendung einer Führungsstange zum Halten des Flügels unter Wasser, einer elektrischen Zählung der Umdrehungen, in den Beobachtungen der mittleren Geschwindigkeit in einer Verticalen durch ein messendes Integrationsverfahren, wie er auch selbst zugiebt, nicht die erste Idee zusteht, so wird doch Niemand die grofsen Verdienste desselben bei weiterer Ausbildung der Messungsmethoden in Abrede stellen. Ebenso unbestritten sind seine Verdienste in den noch im Stadium der Ausführung begriffenen hydrometrischen Arbeiten in Böhmen und die von ihm ausgehende, augenblicklich die technischen Kreise lebhaft bewegende Anregung zur Anstellung gleicher Arbeiten in allen übrigen Ländern, die wohl ohne Ausnahme derselben dringend bedürfen. Es stehen zu diesen Arbeiten eine Menge tüchtiger, befähigter und wissenschaftlich ausgebildeter junger Ingenieure, die bei der Abnahme der grofsen Bauthätigkeit letzter Jahre ungenügend beschäftigt sind, zur Verfügung, und es liegt nahe, dieselben, zum Nutzen der Staaten und zur Abwendung drohender Wassergefahren, hierzu zu verwenden. H. St.

Hydrologische Untersuchungen an der Weser, Elbe, dem Rhein und mehreren kleineren Flüssen; ihre Anwendungen auf die Praxis und Experimentaltheorie nebst speciellen Mittheilungen über neuere Instrumente. Von Johannes von Wagner, Professor an der herzogl. technischen Hochschule zu Braunschweig. 42 Seiten Text und 8 lithogr. Tafeln und 12 Holzschnitte. Braunschweig, Verlag von Goeritz & zu Putlitz. 1881.

Im ersten Abschnitte werden die bisher in die Technik eingeführten Instrumente zur Messung der Geschwindigkeiten des Wassers in offenen Kanälen aufgezählt, beschrieben und einer kritischen Vergleichung unterworfen. Dabei führt der Verfasser eine ihm eigentümliche Einrichtung am Woltmann'schen Flügel vor, bei welcher die Anzahl der Umdrehungen nicht an einem Zählwerke des Apparates oder durch Vermittelung des elektrischen Stromes an einem Papierstreifen eines Telegraphen abgelesen, sondern akustisch durch das Ohr des Beobachters direct vernommen wird. An der Flügelwelle befindet sich ein kleines Hämmerchen, welches bei jeder Umdrehung auf eine mit dem Gehäuse des Hydrometers verbundene Feder aufschlägt. Durch einen Draht wird der so erzeugte Ton in einen Resonanzkasten geleitet und vom Beobachter leicht gehört. Den durch den elektrischen Apparat erreichten Vortheil, die Ablesungen am Flügel vorzunehmen, ohne denselben jedesmal aus dem Wasser heben zu müssen, erreicht der Verfasser in einfacherer Weise und zwar nach seiner Meinung sicherer, weil der akustische Apparat nicht so empfindlich ist und nicht so leicht in Unordnung gebracht werden kann. Eine Hülfe bei der Zählung der Umdrehungen leistet ein in Gestalt einer Taschenuhr construirtes Zeigerwerk, welches in der Hand gehalten wird und durch einen Fingerdruck jedesmal um einen Strich weiter springt. v. Wagner führt sodann Methoden an zur Bestimmung der Constanten in der Formel, welche die Wassergeschwindigkeit als Function der Anzahl der Umdrehungen des Woltmann'schen Flügels darstellt.

Nachdem im zweiten Abschnitte die vom Verfasser ausgeführten Wassermessungen an verschiedenen Strömen und künstlichen Gerinnen mitgetheilt worden sind, werden die Resultate im dritten Abschnitte mit den bisher aufgestellten, halb empirischen Formeln verglichen. Als wichtiges Ergebnifs findet sich die gröfste Uebereinstimmung in der Formel von Ganguillet und Kutter.

Der vierte Abschnitt behandelt die aus den Messungszahlen abgeleiteten Verhältnisse von mittlerer Geschwindigkeit zur gröfsten Oberflächen-Geschwindigkeit, von mittlerer Geschwindigkeit in einer Verticalen zur Oberflächen-Geschwindigkeit in derselben Verticalen, ferner den Ort der mittleren Geschwindigkeit in einer Verticalen, das Verhältnifs der Geschwindigkeit im Schwerpunkte eines Querprofils zu dessen mittlerer Geschwindigkeit, die Form der Verticalgeschwindigkeitscurve und der sogen. Horizontalcurve der Oberflächen-Geschwindigkeiten, das Verhältnifs des wahren Mittels der mittleren Geschwindigkeiten in den einzelnen Verticalen zur mittleren Flufsgeschwindigkeit, endlich die Querneigung des Wasserspiegels in einem Querschnitte und die Verschiedenheit der Längsgefälle an beiden Ufern.

Das vorliegende Werk, welches durch gute graphische Darstellungen unterstützt wird, ist jedenfalls für die praktische Hydraulik von besonderem Werthe und kann dem Techniker aufs beste empfohlen werden. Es führt zwar auch nicht aus dem vielleicht niemals ganz aufzuhellenden Gebiete der empirischen Hydraulik heraus, fördert aber die Kenntnifs der Thatsachen und lehrt neue Thatsachen mit möglichst geringer Mühe zu erlangen. H. St.

Zuschriften an die Redaction.

Rollenzüge.

Geehrte Redaction!

Im Januarheft der Zeitschrift hat Hr. Ingenieur Haedicke in Hagen die Verhältnisse der Rollengröfsen ermittelt, welche für einen Differentialflaschenzug mit Seilrollen die Eigenschaft der Selbsthemmung durch die Widerstände der Seilsteifigkeit und Zapfenreibung bedingen würden. Für die Praxis dürfte die Frage der Ausführbarkeit derartiger Rollenzüge mit den in der Haedicke'schen Abhandlung entwickelten Resultaten nicht erledigt sein. Die Schwierigkeit der Construction liegt nicht in der Bestimmung der Rollendimensionen, da hierfür nur in irgend eine der verschiedenen Formelentwickelungen für die Differentialflaschenzüge statt der Kettenreibung der Seilsteifigkeitswiderstand einzuführen ist, wofür allerdings die Haedicke'schen Formeln durch ihre bequeme Kürze die Rechnung vereinfachen. Es handelt sich vielmehr, abgesehen von den erforderlichen Bewegungswiderständen, welche bei Seilrollen unzweifelhaft ausreichend vorhanden sind, auch darum, dafs zunächst die Kette, bezw. das Seil, überhaupt auf der oberen Doppelrolle des Differentialflaschenzuges durch die constructive Ausführung des Rollenumfanges festgehalten werde, weil sonst ein Abgleiten durch den einseitig wirkenden Lastzug eintritt, da in der frei herabhängenden Haspelschlinge nur das verschwindend kleine Eigengewicht derselben als Gegenzug wirkt. Bei Kettenrollen wird das Abgleiten der Ketten durch Daumen verhindert, welche zwischen die Kettenglieder greifen. Ein Seil würde sich bei seinem constanten Querschnitt nur durch seitliche Klemmung festhalten lassen, und hier liegt die Schwierigkeit, an welcher bisher in der Praxis die Ausführung von Differential-Seilflaschenzügen gescheitert ist. (Vergleiche Herrmann, Ingenieur- und Maschinen-Mechanik III. Theil, 2. Abth., S. 57.) Die einfachen Klemmmittel, welche bis jetzt in der Praxis bei gewöhnlichen Haspelrädern Verwendung finden, wo in analoger Weise das eine Seiltrum nur durch sein geringes Eigengewicht gespannt ist, die Klemmung zwischen einer gröfseren Anzahl scharfkantiger, sich keilförmig verjüngender Gabeln, setzt Rollengröfsen voraus, die für Flaschenzüge unstatthaft sind, und bei so starker Seilspannung, wie sie bei Differentialflaschenzügen auftreten, wo sich die ganze Nutzlast nur auf zwei Seilstücke vertheilt, zu aufserordentlich schnellem Verschleifs der Seile führen würde. Hr. Haedicke berührt diesen Punkt leider gar nicht; derselbe würde sich aber bei der mit Recht angeführten aufserordentlichen Wichtigkeit eines einfachen, selbsthemmenden Seilflaschenzuges für maritime Zwecke ein grofses Verdienst erwerben, wenn er seine frühere Abhandlung durch eine befriedigende Lösung der constructiven Schwierigkeit der Seilklemmung ergänzen wollte. Die Aus-

führung eines brauchbaren Differentialflaschenzuges mit Seilrollen würde für maritime Zwecke thatsächlich eine bedeutsame Errungenschaft sein, wenn man sich auch bei dem jetzigen Stande der sonst verbreiteten Anschauungen nicht zu den Hoffnungen emporschwingen kann, welche Hr. Haedicke auf die Güte einer solchen Construction im Vergleich zu den Kettenrollenzügen setzt. Hr. Haedicke schliefst seine Betrachtungen mit der Bemerkung: »Man sieht, dafs es wohl möglich ist, einen Differentialflaschenzug auch für Hanf- oder Baumwollenseile zu construiren, welcher, da der Kettenwiderstand — genauer gesagt: der Rollenwiderstand für die Kettenrolle — offenbar gröfser ist, als der für Seile, sicher günstigere Resultate geben mufs, als der gewöhnliche Flaschenzug mit Kettenrollen«.

Der letzte Theil dieser Behauptung ist ohne Beweis durch vorangegangene Erörterungen, und widerspricht den Anschauungen und Untersuchungen, welche anderweit über diese Frage aufgestellt sind. Sollte sich die Ansicht des Verfassers nur auf schlechte Erfahrungen mit Differential-Kettenrollenzügen stützen, so ist dem entgegen zu halten, dafs der starke Kettenverschleifs nicht der Verwendung von Ketten an Stelle von Seilen zuzuschreiben ist, sondern dafs derselbe vielmehr eine nothwendige Folge des an sich mangelhaften Constructionsprincips der Selbsthemmung durch die schädlichen Bewegungswiderstände der Maschine ist. Bei Anwendung dieses Princips überwiegt der Effectverlust die Nutzleistung, und demgemäfs mufs auch der Verschleifs überaus ungünstig ausfallen, denn der Verschleifs ist ein directes Mafs für den Effectverlust. Da nun der Effectverlust eines Seildifferentialflaschenzuges, ebenso wie der eines solchen mit Kettenrollen, mindestens 50 pCt. beträgt, wie Hr. Haedicke selbst findet, so wird mindestens die Hälfte der aufgewendeten mechanischen Arbeit auf Zerstörung derjenigen Maschinentheile verwendet, welche die Bewegungswiderstände erzeugen. Da nun ferner die Zapfenreibung bei einem Kettenrollenzuge und bei einem Seilflaschenzuge gleich grofs sein würde, so richtet sich in beiden Fällen ein gleiches Arbeitsquantum auf Zerstörung des Seils wie der Kettenglieder. Dafs hierbei der absolute Verschleifs des Hanfseils gröfser ausfallen mufs, als der der eisernen Kette, dürfte kaum bestritten werden können.

Halberstadt, d. 2. März 1882. Hochachtungsvollst

Ad. Ernst.

Aus den vorstehenden Bemerkungen kann ich sachlich nichts weiter ersehen, als dafs Hr. Ernst die Möglichkeit der Ausführbarkeit resp. Brauchbarkeit eines Differential-Seilrollenzuges, sowie meine nebenbei eingeworfene Bemerkung bestreitet, »dafs der Rollenwiderstand für die Kette offenbar gröfser sei, als der für Seile«. Hr. Ernst stützt sich dabei auf die von ihm citirte Stelle der 1880 erschienenen Maschinenmechanik von Herrmann. Ich bemerke zunächst, dafs mir dieselbe bisher nicht anders als im Titel bekannt war, da sie noch nicht vollständig erschienen ist, und ich mir auch nur mit Mühe die betreffende Lieferung verschaffen konnte. Ich mufs ferner offen gestehen, dafs ich die Ableitung meiner z. Th. bereits 1869 vorgetragenen und 1872 veröffentlichten Formeln kaum gebracht haben würde, wenn ich die sehr eingehenden Herrmann'schen Untersuchungen gekannt hätte, obwohl meine Resultate die einfacheren sind. —

Die von Hrn. Ernst angezogene Stelle des genannten Werkes lautet: »... Es würde ein Gleiten der Kette über die obere Rolle eintreten, wenn man letztere nicht zur Verhinderung desselben mit Einkerbungen versehen würde, in welche die einzelnen Glieder der Kette sich einlegen. Dies ist auch der Grund, warum bei diesem Flaschenzuge nur Ketten und keine Seile verwendet werden können.« —

Verschiedene Versuche haben uns jedoch gezeigt, dafs man die Hoffnung auf einen brauchbaren Differential-Seilflaschenzug noch nicht aufzugeben braucht, und werde ich vielleicht nächstens dem Wunsche des Hrn. Ernst Folge geben, einen solchen vorzuführen.

Betreffs des Verhältnisses des Rollenwiderstandes der Kette zu dem des Seiles giebt Herrmann allerdings (S. 52) eine Tabelle an, aus welcher hervorgeht, dafs derselbe für die Kette etwas kleiner ist, als für das Seil. Hr. Ernst hätte jedoch auch die bezügliche Stelle (S. 61) citiren dürfen, welche lautet: »Ein in der Praxis lästiger Uebelstand des Differential-Flaschenzuges besteht darin, dafs, wie bei allen Kettenrädern, die Kettenglieder sich mit der Zeit ausrecken und nicht mehr genau in die Einkerbungen der Rollenumfänge passen.« — Da es nun voraussichtlich noch recht lange dauern dürfte, bis Ketten geschmiedet werden, die immer genau passen und sich nicht recken, so wird man wohl einstweilen noch meiner Ansicht beipflichten müssen, dafs in dieser Beziehung für die Praxis die Kette dem Seil nachsteht. Namentlich wird mir dies Jeder zugestehen, der mit Kettenflaschenzügen praktisch zu thun gehabt hat.

Wie schliefslich Hr. Ernst zu dem Passus kommt, »wenn man sich auch bei dem jetzigen Stand der sonst verbreiteten Anschauungen nicht zu den Hoffnungen emporschwingen kann, welche Hr. Haedicke auf die Güte einer solchen Construction im Vergleich zu den Kettenrollenzügen setzt« ist mir unerfindlich. Ich sagte am Schlufs meiner Betrachtung sehr nüchtern, nachdem ich dem Seilflaschenzug für den Fabrikgebrauch ein ungünstiges Prognostikon gestellt: »Es dürfte sich jedoch sicher empfehlen, denselben an Bord zu verwenden, wo sich die Bedingungen weit günstiger gestalten.« Als früherer Marine-Ingenieur glaubte ich dazu genügend orientirt zu sein. Jedenfalls deuten die oben zu findenden eigenen Urteile des Hrn. Ernst über einen event. Differential-Seilflaschenzug auf gröfsere Hoffnungen. Haedicke.

Zwillingsfördermaschine auf Schacht Prosper II.

Geehrte Redaction!

In der im Decemberheft v. J. der Vereinszeitschrift enthaltenen Mittheilung über eine von der Friedrich Wilhelmshütte zu Mülheim a. d. Ruhr für den Schacht Prosper II gebaute Fördermaschine mit Ventilsteuerung und veränderlicher Expansion wird Hr. Brialmont als Erfinder der bei der Maschine angewendeten Steuerung angegeben; ich glaube indefs, annehmen zu müssen, dafs die letztere Angabe auf einem Irrtum beruht.

Wie wohl Vielen bekannt sein dürfte, war bereits im Jahre 1873 auf der Wiener Ausstellung eine Fördermaschine mit genau derselben Steuerung, wie sie heute noch von der Friedrich Wilhelmshütte gebaut wird, ausgestellt, und war jene Maschine von dem Director der Prager Maschinenbau-Actien-Gesellschaft, Hrn. Ivan Dautzenberg, entworfen, nachdem er schon ein Jahr zuvor die gleiche Steuerung der Bergdirection Přibram, welche die Lieferung einer Fördermaschine mit variabler Expansion für ihren 1000 m Schacht ausgeschrieben hatte, offerirte. Die Ausstellungsmaschine fand der Steuerung wegen s. Z. gerechten Beifall und wurde auch noch während der Ausstellung an die Aachen-Höngener Bergbau-Actien-Gesellschaft verkauft und in Höngen in den Jahren 1873/74 aufgestellt und dem Betriebe übergeben. Hr. Dautzenberg bezw. die Prager Maschinenbau-Actien-Gesellschaft baute nach der Ausstellung noch eine gröfsere Zahl Fördermaschinen mit gleicher Expansionssteuerung, und ist es begreiflich, dafs auch andere Fabriken die Steuerung nachbauten, um so mehr, als Hr. Dautzenberg jeden gewünschten Aufschlufs, ja selbst Zeichnungen denen gab, die sich für seine Steuerung interessirten.

Wie die Steuerung ihren Weg nach Belgien fand, wird vielleicht dadurch erklärlich, dafs Hr. Dautzenberg während der Ausstellung einem belgischen Professor, der als Berichterstatter sich in Wien aufhielt, genaue Constructionszeichnungen der Steuerung übermachte, und dürfte wohl durch diesen Herrn das Material nach Seraing gekommen und von Hrn. Brialmont benutzt worden sein.

Dafs die Steuerung schon vor der Wiener Ausstellung von einer Firma gebaut worden sein sollte, läfst sich kaum annehmen, denn keine Fachschrift brachte hierüber eine Kunde, und könnte man wohl annehmen, dafs eine Steuerung, die bei grofser Einfachheit so viele Vortheile bietet, doch jedenfalls bekannt geworden und in Fachschriften besprochen worden wäre.

Mir scheint es ganz unzweifelhaft, dafs nicht in Seraing, sondern in Prag die Steuerung zum ersten Male gebaut worden ist, und dafs nicht Hr. Brialmont, sondern Hr. Dautzenberg als Erfinder betrachtet werden mufs.

Prag, 31. Jan. 1882. Hochachtend

L. W.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 45/46.

ZEITSCHRIFT
DES
VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1882. Band XXVI. Heft 5. Maiheft.

Zur neueren Theorie der Dampfmaschine und des Dampfverbrauches.

Von **J. Lüders** in Aachen.

Eine Theorie der Dampfmaschine, welche den wirklichen, einer bestimmten Leistung entsprechenden Dampfverbrauch nicht zu bestimmen sucht, kann nur in beschränktem Mafse als eine solche gelten. Es besteht aber heute kein Zweifel mehr daran, dafs die Leistung, welche ein bestimmtes, zur Dampferzeugung verwandtes Wärmequantum in der Dampfmaschine zu erzeugen vermag, nicht auf rein speculativem Wege, sondern nur unter fortwährender Anlehnung an experimentell ermittelte Thatsachen bestimmt werden kann. Experimentell festgestellt ist nun, dafs die Wandungen der Dampfcylinder eine niedrigere mittlere Temperatur besitzen, als der in den Cylinder eintretende frische Dampf, dafs sie daher auf ihren sich allmählich erwärmenden Oberflächen Dampf verdichten, und dafs der sich dergestalt im Verlaufe der Volldruckperiode bildende Wasserbeschlag während der Expansion und der damit verbundenen Temperaturerniedrigung des expandirenden Dampfes theils durch seine eigene Wärme, theils durch die der Cylinderwandungen wieder in Dampf verwandelt wird; dafs aber diese »Nachverdampfung« selten eine vollständige ist, dafs vielmehr ein »Wasserrest« an den Wandungen zurückbleibt, welcher erst während des Rückganges des Kolbens verdampft und dergestalt die Wandungen auf ihre niedrige Anfangstemperatur zurückbringt und sie befähigt, bei dem neuen Eintritte des Dampfes wieder condensirend zu wirken. Die Summe dieser Vorgänge, welche sämmtlich rein physikalischer Art sind, bildet dasjenige, was eine Theorie des Dampfverbrauches und der Leistung der Dampfmaschine berücksichtigen und besprechen mufs. Eine solche Theorie wird aber von den üblichen Lehrbüchern bis jetzt nicht gegeben und ist auch in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure bis jetzt nicht eingehender behandelt worden, so dafs es nicht unangemessen sein dürfte, zu versuchen, den heutigen Stand unserer Kenntnisse, wie er in einer gröfseren Anzahl zerstreuter Arbeiten sich findet, hier darzulegen.

I. Geschichtliches und Litterarisches.[1])

Der Einflufs, welchen die abwechselnde Erwärmung und Abkühlung der Cylinderwände auf den Dampfverbrauch ausüben und nothwendigerweise ausüben müssen, ist schon seit langer Zeit, und zwar, wie es scheint, zuerst in Frankreich erkannt und beschrieben worden. L. Thomas, Professor an der »Ecole centrale des arts et manufactures« in Paris, beschreibt in einem 1852 herausgegebenen, einen Abrifs seiner Vorlesungen enthaltenden Werke die in den Dampfcylindern sich abspielenden Vorgänge in richtiger Weise und fügt seiner Darstellung die Bemerkung hinzu, dafs er seit dem Cursus 1837/38 diese Vorgänge in der gleichen Weise seinen Zuhörern schildere[2]). Thomas spricht sowohl von einer Verdampfung während der Expansion, als von einer solchen während des Rückganges des Kolbens und hebt als Vortheil des Dampfmantels hervor, dafs er den Betrag der Eintrittscondensation erheblich verringere. Aus seinen Worten ist übrigens nicht ersichtlich, wie weit er seine Ansichten auf die Untersuchung von Indicatordiagrammen gegründet hat; er fügt aber hinzu, dafs die Resultate der mit einem Dampfmantel

[1]) Eine Zusammenstellung der älteren Darstellungen giebt Dwelshauvers-Dery, Professor an der Universität zu Lüttich, in einer längeren Abhandlung: »Les découvertes récentes concernant la machine à vapeur«, welche in der Revue universelle, neue Serie, Bd. 4, 5, 6 u. 7 erschienen ist. Er bespricht darin die Aeufserungen von Combes, Chatelier und Gen., ferner von Kinnear Clark und Isherwood und endlich die Arbeiten Hirn's und der elsässischen Schule, um diesen Ausdruck zu gebrauchen, also diejenigen Arbeiten, welche in dem Bulletin der industriellen Gesellschaft von Mülhausen veröffentlicht sind. Die Abhandlung ist von einem mit grofser Entschiedenheit eingenommenen Parteistandpunkte aus geschrieben; übrigens gestatten die langen, wörtlichen Citate, welche gegeben sind, dem Leser stets die Bildung einer eigenen Meinung. Soweit mir die betreffenden Citate schon bekannt waren, ist die Meinung, welche ich mir über die Sachlage gebildet hatte, derjenigen Dwelshauvers-Dery's ziemlich entgegengesetzt. Dasselbe gilt von dem Eindrucke, den die mir bisher unbekannten Aeufserungen auf mich gemacht haben. Ich kann mich hier natürlich nicht auf eine längere Polemik über diesen Gegenstand einlassen und würde es überhaupt nur sehr ungern thun. Die Entwicklung der neuern Dampfmaschinentheorie ist eine allmähliche gewesen, sie hat an mehreren Punkten begonnen, und die Arbeiten der elsässischen Experimentatoren bilden nur einen Theil derselben. Ich will damit nicht die grofsen Verdienste derselben schmälern, möchte aber Jedem das zukommen lassen, was ihm zukommt.

Die Arbeit Dwelshauvers-Dery's ist in Dingler's Journal durch G. Schmidt besprochen worden, vergl. daselbst Bd. 237, S. 417 und Bd. 238, S. 364. Ich stimme im Allgemeinen mit der Meinung überein, welche Schmidt ausspricht, gehe in manchen Punkten aber noch weiter, als er.

[2]) Dingler Bd. 238, S. 364. In der Abhandlung von Dwelshauvers-Dery ist übrigens Thomas nicht citirt.

versehenen Maschinen, wie sie vor allen Farcot in St. Ouen bei Paris baue, die Nützlichkeit des Dampfmantels nachwiesen.

Noch eingehender als Thomas hat sich Combes in mehreren der französischen Akademie der Wissenschaften im Jahre 1843 überreichten Abhandlungen, sowie an verschiedenen Stellen seiner technischen Werke ausgesprochen; allerdings drückt er sich, mit der Vorsicht des Physikers von Fach, gerne hypothetisch aus, weil damals die einem bestimmten Drucke entsprechenden Volume des gesättigten Dampfes nur annähernd bekannt waren; er stützte sich aber bei der Entwicklung seiner Ansichten auf Indicatordiagramme, die er, soweit die damalige Kenntnifs des specifischen Dampfvolumens es zuliefs, analysirt hatte. Ob er sich auf genauere Messungen des Speisewassers bei seinen Untersuchungen hat stützen können, ist nicht direct gesagt, es scheint aber nicht der Fall gewesen zu sein, da er sich inbezug auf den durch die Anwendung eines Dampfmantels erzeugten Vortheil nur auf Kohlenersparnisse als Beweis beruft und es nur als eine wahrscheinliche Vermuthung hinstellen will, dafs auch in Maschinen, welche mit Dampfmantel versehen sind, beim Eintreten des Dampfes Condensation stattfinde. Dwelshauvers-Dery wirft in seiner die Geschichte der neueren Dampfmaschinentheorie behandelnden Arbeit Combes vor, fälschlich geglaubt zu haben, dafs es von Nutzen sein würde, den Dampfcylinder mit den vom Kessel abziehenden Rauchgasen zu umgeben und so einen eigentlichen Dampfmantel zu ersetzen, und beruft sich auf zu Mülhausen angestellte Versuche, welche die Nutzlosigkeit eines solchen Rauchmantels zeigten. Indessen haben die sogleich zu erwähnenden Versuche von Kinnear Clark gezeigt, dafs die Lage der Locomotivcylinder innerhalb der Rauchkammer mit erheblichen Vortheilen verbunden ist, so dafs Combes mit vollem Rechte seine Vermuthung ausgesprochen hat. Die physikalische Frage, um welche es sich wirklich handelt, ist die, ob eine äufsere Erwärmung der Dampfcylinder vortheilhaft ist oder nicht; es ist eine andere und secundäre Frage, ob sich durch die Rauchgase, welche nur wenig Wärme transmittiren, derselbe Effect erreichen läfst, wie durch den Dampf. Die erstere Frage hat Combes so richtig wie möglich beantwortet, die zweite hat er offen gelassen und sie wird je nach den Umständen des Falles anders beantwortet werden müssen. Es würde zu weit führen, auch die anderen Vorwürfe, welche Hr. Dwelshauvers-Dery den Theorien von Combes macht, zu widerlegen, und kann dieses eine Beispiel genügen, um zu zeigen, von wie einseitigem Standpunkte aus derselbe alle diejenigen Leistungen betrachtet und beurteilt, welche nicht aus elsässischer Quelle stammen.

Die Ansichten von Combes finden sich in anderen französischen Werken aus den fünfziger Jahren wiederholt, z. B. auch in dem 1851 erschienenen »Guide du mécanicien« von Chatelier, Flachat, Petiet & Polonceau, freilich untermischt mit den eigenen, unklaren Ansichten der Verfasser, welche in den späteren Auflagen, die ohne Frage unter dem Einflusse der Untersuchungen Kinnear Clark's bearbeitet wurden, wesentlich modificirt erscheinen.

Im Jahre 1851 begann Kinnear Clark mit der Veröffentlichung seines grofsen Werkes über die Locomotive[1]) und gab im Jahre 1852 denjenigen Theil desselben heraus, welcher den Dampfverbrauch und die Expansionsvorgänge bespricht. Zu den Ansichten, welche Kinnear Clark ausspricht, hat die heutige Theorie principiell absolut nichts hinzuzufügen, nur im Detail ist weiter gearbeitet und sind eingehendere numerische Resultate erlangt worden. Seine Ansichten erscheinen auch nicht mehr als aprioristische Folgerungen, sondern als das Ergebnifs langer experimenteller Untersuchungen und vor allem eingehender Indicatorversuche. Bei ihrer Beurteilung mufs aber festgehalten werden, dafs Kinnear Clark noch nicht über die Resultate der mechanischen Wärmetheorie verfügen konnte und daher die dem Mariotte'schen Gesetze folgende Expansion als die normale Zustandsänderungsweise des Dampfes ansah. Da er ferner alle seine Versuche an Locomotiven, also unter wechselnden Verhältnissen des Dampfverbrauches, anstellte, so war er nicht im Stande, das verbrauchte Speisewasser genau zu messen, und war somit genöthigt, seine Schlüsse vornehmlich auf die Gestalt der erhaltenen Indicatordiagramme zu bauen, welche er mit einander verglich, indem er alle Umstände, unter welchen sie erhalten waren, möglichst berücksichtigte. Der wahrhaft wissenschaftliche Sinn, mit dem Kinnear Clark seine Inductionen anstellte, kann nicht hoch genug veranschlagt werden; seine Schlüsse sind ebenso scharfsinnig, wie vorsichtig und entfernen sich niemals in das Gebiet der experimenteller Stützung entbehrenden Vermuthung. Er hat zunächst eine grofse Anzahl von Indicatordiagrammen inbezug auf die Aenderung des von ihnen angezeigten Dampfvolumens untersucht. Er betrachtet dabei die Zustandsänderung nach dem Mariotte'schen Gesetze als die normale und fand also, dafs geringere Zunahmen der Dampfmenge während der Expansion eintreten, als wir heute im Besitze der genauen Volumverhältnisse des gesättigten Dampfes berechnen würden. Er constatirte aber dennoch, dafs die Zunahme des Dampfes bei aufsenliegenden Cylindern weit gröfser ist, als bei innenliegenden, und dafs diese der Eintrittscondensation zuzuschreibende Zunahme auch dann stattfindet, wenn der Kessel trockenen Dampf liefert, während Lechatelier, Flachat u. s. w. dem aus dem Kessel mitgerissenen Feuchtigkeitsgehalte des Dampfes den Hauptantheil an den anormalen Vorgängen im Dampfcylinder zugeschrieben hatten. Er sprach ferner mit voller Bestimmtheit aus, was Combes nicht gethan hatte, dafs unter allen Umständen Condensation des Dampfes beim Eintritt in den Cylinder stattfindet, und dafs sie auch dann vorhanden ist, wenn das Indicatordiagramm keine Veränderungen in dem im Cylinder vorhandenen Dampfquantum zeigt. Indem er ferner auf die Thatsache hinwies, dafs die Locomotivführer keine Ersparnifs an Dampf durch den Gebrauch hoher Expansionsgrade bei Maschinen mit aufsenliegenden Cylindern erzielten, sprach er zuerst aus, dafs die Anfangscondensation jede einen bestimmten Grad übersteigende Expansion unvortheilhaft machen müsse. Er versuchte übrigens, so weit die Umstände es gestatteten, auch den Dampfverbrauch der Locomotive zu ermitteln, und hat eine ganze Reihe von Versuchen angestellt, aus denen er für einzelne Fälle bestimmte, wie viel mehr Dampf vom Kessel geliefert worden sei, als das Indicatordiagramm anzeigte. Er gründete daher seine Behauptung, dafs höhere Expansionsgrade gröfsere Condensationen hervorbringen, vor allem auf die Resultate seiner Wassermessungen.

Auch für Kinnear Clark's Arbeiten findet Herr Dwelshauvers-Dery nicht das richtige Wort der Anerkennung.

[1]) »Railway Machinery, a treatise on the mechanical engineering of railways.« Indem ich den Antheil, den Kinnear Clark an der Entwickelung der heutigen Dampfmaschinentheorie genommen hat, wie ich glaube, zum ersten Male gebührend hervorhebe, erfülle ich nur eine Pflicht der Dankbarkeit. Ich kaufte mir noch als Studirender sein Werk gleich nach dessen Erscheinen, und glaube in jeder Beziehung, in theoretischer wie in praktischer, ungemein viel daraus gelernt zu haben.

Er sagt nur: »Vom Jahre 1852—1855 finden wir bei Clark nur zahlreiche und werthvolle Erfahrungen, wirkliche Beweise der nachtheiligen Einwirkung der Wände, aber noch nichts, was den Anschein haben könnte, zum Umsturze der alten Hypothesen oder gar zur Aufstellung einer neuen praktischen Theorie zu führen, welche den letzten Errungenschaften der physikalischen Wissenschaft Rechnung tragen würde.« Ich wüſste wirklich nicht, welche alten Hypothesen hier gemeint sein könnten; klarer als Kinnear Clark sich über das Verhalten des Dampfes im Cylinder und die auf dasselbe einwirkenden Einflüsse ausgesprochen hat, kann Niemand sich aussprechen. Freilich spricht er an keiner Stelle davon, daſs er eine neue Theorie der Dampfmaschine gebe, aber sie lag und liegt offen in seinen Worten für jeden, der dieselben früher mit Verständniſs las und heute mit Unparteilichkeit liest.

An die Versuche und Ergebnisse Kinnear Clark's schlieſsen sich der Zeit nach, während sie in anderen Beziehungen unabhängig von ihnen dastehen, die Versuche an, welche Hirn in der Mitte der fünfziger Jahre angestellt und in zwei aus den Jahren 1855 und 1856 stammenden Abhandlungen erläutert hat. Hirn hat bei seinen Untersuchungen, welche einerseits den Nutzen des Dampfmantels und andererseits den Nutzen der Verwendung von überhitztem Dampfe betrafen, die Speisewassermengen und auch die Mengen des Condensationswassers gemessen und konnte an und für sich, weil die betreffenden Dampfmaschinen in gleichmäſsigem Gange erhalten wurden, genauere numerische Resultate geben, als Clark gethan hat. Aus dem, was Hr. Dwelshauvers-Dery aus den Hirn'schen, mir im Original unbekannten[1]) Arbeiten anführt, geht nicht hervor, ob eine genauere Analyse der Diagramme und ein Vergleich der Dampfmenge am Anfang und am Ende der Expansion darin stattgefunden hat. Es scheint aber, daſs diese Untersuchung nicht angestellt worden ist, denn in viel späteren Arbeiten, welche im Verkehre mit Hirn entstanden sind, finden sich solche Rechnungen nicht vor, und Hr. Dwelshauvers-Dery sagt einmal, daſs das mathematische Studium der Vorgänge bei der Expansion erst von 1865 an begonnen habe, und ein anderes Mal, daſs in den beiden ersten 1862 und 1865 erschienenen Auflagen von Hirn's: Exposition analytique et expérimentale de la théorie mécanique de la chaleur nur »die Idee gestützt auf Thatsachen und Erfahrungen klar dargelegt, aber noch nicht in algebraische Form gebracht sei; erst in der dritten Auflage von 1876 sei sie als vollständige Theorie schulgerecht entwickelt.«

In den mir zu Gebote stehenden Auszügen der Arbeiten Hirn's findet sich nun nichts, was nicht Kinnear Clark schon früher gesagt hätte, und auf den Punkt, daſs ein Theil des anfangs condensirten Wassers erst während des Ausströmens des Dampfes ins Freie verdampft, scheint sogar Clark viel entschiedener hingewiesen zu haben, als es noch viel später als 1856 von Hirn geschehen ist. Ohne Frage gebührt ihm mehr als Hirn der Anspruch auf die Priorität der Entdeckung jenes Vorganges, den die elsässischen Abhandlungen bekanntlich als »refroidissement au condenseur« bezeichnet haben. Mit groſser Entschiedenheit und mit klarer wissenschaftlicher Anschauung wies übrigens Hirn darauf hin, daſs nur das Experiment unsere Kenntniſs der Dampfmaschine erweitern könne; aber wenn Hr. Dwelshauvers-Dery von den Hirn'schen Abhandlungen sagt, sie enthielten keine »jener speculativen Ergüsse, die man leicht am Kaminfeuer träumend mit den Füssen auf dem Feuergitter und hübsch eingehüllt in einen Schlafrock anstelle«, so wäre es nur billig gewesen, zu erwähnen, daſs auch das Clark'sche Werk nur auf experimentellen Grundlagen aufgebaut ist und zwar auf Grundlagen, welche reitend auf dem Bufferbalken einer Locomotive, »at sixty miles an hour« mitunter, haben erlangt werden müssen.

Genaue Versuche mit Dampfmaschinen wurden in England übrigens jedenfalls schon in der zweiten Hälfte der Fünfziger angestellt; im Engineer 1858, 2. April, S. 260 findet sich ein Bericht über die ökonomischen Ergebnisse der Betriebsmaschine des bekannten Etablissements von Barret Exall & Andrewes zu Reading. Bei diesem Versuche ist das Speisewasser, sowie das Condensationswasser gemessen, Indicatordiagramme sind genommen und Bremsversuche angestellt worden. Das Resultat kann noch heute als ein gutes bezeichnet werden, denn es sind nur 10,6kg Wasser pro Pferdekraft und Stunde verbraucht worden. Indessen liegt diesen und ähnlichen Versuchen keine direct wissenschaftliche Tendenz zu Grunde, was bei voller Wahrung der praktischen Ziele bei den amerikanischen Versuchen der Fall war, welche der jetzige Oberingenieur der Marine der vereinigten Staaten A. Isherwood in seinem 1862 erschienen Werke: »Experimental researches in steam engineering« beschrieben hat. Isherwood hat bei seinen Versuchen, so weit es möglich war, das Speisewasser genau gemessen und rechnungsmäſsig seine Menge mit dem beim Anfange und Ende der Expansion vorhandenen Gewichte an Dampf verglichen; er ist durch seine Untersuchungen zur vollen bewuſsten Erkenntniſs der Expansionsvorgänge gekommen und bespricht sowohl die Eintrittscondensation, als auch das Auftreten des Wasserrestes und die Einflüsse des Dampfhemdes in correctester Weise. Isherwood hat für sich in energischer Weise die Priorität der Entwickelung der heutigen Dampfmaschinentheorie beansprucht, er wird aber jedenfalls hinter Kinnear Clark zurückstehen müssen. Hr. Dwelshauvers-Dery sagt von seinen Versuchen (V, S. 509): »sie seien, ausgenommen diejenigen Hirn's und seiner Schule, die vollständigsten und genauesten, welche existiren«, nur habe der geschickte amerikanische Experimentator eine falsche Ansicht über die Natur der Dampfhemden entwickelt. Ich vermag diese letztere Ansicht in keiner Weise zu theilen — eine Motivirung würde hier zu weit gehen —, im Uebrigen verdienen die Versuche Isherwood's alles Lob und sind seine Berechnungen weit vollständiger gewesen, als es die waren, welche Hirn bis dahin angestellt hatte.

Die nächstfolgenden Jahre haben zur experimentellen Kenntniſs der Dampfmaschine wenig hinzugefügt. Die Versuche Hirn's waren zwar fortgesetzt worden, indessen wurden neue Resultate erst 1866 durch Leloutre veröffentlicht, welcher seit 1862 an den Versuchen Hirn's theilgenommen hatte

[1]) Ich nehme nichtsdestoweniger keinen Anstand, über den Inhalt der Hirn'schen Arbeiten eine Meinung auszusprechen, denn da die Tendenz Dwelshauvers-Dery's dahin geht, Hirn's Antheil an der Ausbildung der neueren Dampfmaschinentheorie so groſs wie möglich hinzustellen, so wird man annehmen dürfen, daſs in seiner umfangreichen Arbeit die Wiedergabe keiner für die vorliegende Frage wichtigen Stelle unterlassen ist. Es läſst sich nicht vermeiden, auszusprechen, worauf die Tendenz der Abhandlung D.'s geht, und muſs wiederholt werden, daſs das von ihr beigebrachte Material zu einem andern, als zu ihrem Resultate leiten muſs. Die Verdienste, welche Hirn sich durch seine aus rein wissenschaftlichen Motiven angestellten Versuche zur experimentellen Begründung und Fortbildung der mechanischen Wärmetheorie erworben hat, sind übrigens hier nicht zu besprechen; sie gehören der Geschichte der physikalischen Wissenschaft an und bedürfen weder des Lobes durch Hrn. Dwelshauvers-Dery, noch durch mich.

Der Bericht Leloutre's erstreckt sich sowohl über die Leistungen des Kessels und des Ueberhitzungsapparates, als auch über die Leistung der Maschine des Hirn'schen Etablissements, welche Leistungen mit denen der Dampfanlage eines anderen früher untersuchten Etablissements verglichen werden. In dieser Arbeit fehlt noch jede genauere Discussion der erlangten Indicatordiagramme, welche allerdings auf ihre Uebereinstimmung mit der Mariotte'schen Linie geprüft werden; es fehlt also auch jeder Versuch, die Menge des Dampfes, welcher sich beim Eintritte in die Cylinder condensirte, zu bestimmen und die Wandlungen der Menge des expandirenden Dampfes zu verfolgen. Ebensowenig geschieht dieses in einer Arbeit, welche Hallauer und Grofseteste über die von ihnen an einer Woolf'schen Maschine angestellten Versuche 1869 veröffentlichten. Als bedeutenderer Fortschritt, welcher dieser Periode angehört, tritt uns nur die Ausbildung der calorimetrischen Methode zur Bestimmung des Wassergehaltes des Dampfes entgegen, welche Hirn damals zuerst anwandte.

In England stellte übrigens die Fabrik von B. Donkin & Co. in London schon seit mehreren Jahren regelrechte Untersuchungen mit den von ihr gelieferten Dampfmaschinen an, bei welchen auch das Condensationswasser gemessen wurde. Ueber einen solchen im Jahre 1868 zu Eichberg in Schlesien angestellten Versuch berichtet O. Krieg in der Vereinszeitschrift 1869, S. 231. Der Verbrauch an Dampf pro Stunde und indicirte Pferdekraft ergab sich bei diesem Versuche zu $10{,}05^{kg}$.

In diese Zeit fallen auch die ausgedehnten Indicatorversuche, welche Bauschinger an Locomotiven anstellte und 1868 im Civilingenieur Bd. 14 beschrieb. Auch Bauschinger hat klar die Expansionsvorgänge erkannt und beschrieben, die am Anfang und am Ende der Condensation auftretende Dampfmenge für ganze Reihen von Versuchen berechnet und mit der möglichst genau gemessenen, verbrauchten Speisewassermenge verglichen.[1])

Die nächstfolgenden Versuche, über welche ausführlicher referirt ist, sind die von Linde, angestellt mit einer grofsen Zwillings-Condensationsmaschine, welche von Gebr. Sulzer in Winterthur an die Kammgarnspinnerei zu Augsburg geliefert war. Der Bericht über diese Versuche[2]) ist in derselben Weise abgefafst, wie die bis dahin erschienenen elsässischen Berichte, also ohne Berücksichtigung der Zustandsänderungen. Diesen Versuchen folgten die von Bissinger mit einer Maschine der Augsburger Maschinenfabrik im Jahre 1872 angestellten und im Civilingenieur 1874 beschriebenen, welche hauptsächlich die Wirkung des Dampfmantels nachweisen sollten. Etwas später erschien, in Deutschland unbeachtet, in dem »Bulletin de la société industrielle du Nord de la France« 1873, S. 151 und 1874, S. 157 ein Aufsatz Leloutre's, in welchem zum ersten Male die Zustandsänderungen des Dampfes genau mit Hülfe der mechanischen Wärmetheorie verfolgt waren. Diese Abhandlung, das Ergebnifs mehrjähriger Arbeiten, behandelt in ihrem ersten Theile die Leistung der Dampfmaschinen und sucht zur Berechnung derselben aus einer grofsen Anzahl von Diagrammen eine bei verschiedenen Spannungen und Füllungsgraden gültige Formel für die Expansionscurve und also für die Expansionsarbeit festzustellen. Im zweiten Theile wird aber die Analysis des Indicatordiagramms wirklich durchgeführt und schrittweise die Zustandsänderung des expandirenden Dampfes verfolgt, indem nicht allein die Zunahme der Dampfmenge, sondern auch die dem expandirenden Dampfe mitgetheilten Wärmemengen und alle überhaupt bei diesen Fragen in Betracht kommenden Gröfsen berechnet werden. Leloutre hatte seine Arbeit schon im Elsafs begonnen, den er 1871 infolge der Annexion verlassen hatte; er hatte seit längeren Jahren in nahem geistigem Verkehre mit Hirn gestanden, so dafs es vielleicht den Nächstbetheiligten selbst schwer werden möchte, zu sagen, was dem einen und was dem anderen zuzuschreiben sei. Dennoch kann der Eindruck, den die Lectüre der Aufsätze und der Arbeiten Leloutre's und die von Dwelshauvers-Dery gegebenen Auszüge aus den Schriften Hirn's machen, nur der sein, dafs die Idee einer genauen, rechnungsmäfsigen Verfolgung der Expansionsvorgänge Leloutre zuzuschreiben ist.

Hr. Dwelshauvers-Dery stellt freilich die selbstständige geistige Thätigkeit desselben geringer dar; aber da positive Erklärungen Hirn's und Leloutre's über ihren Antheil fehlen und die Auseinandersetzungen in der »Revue universelle« nur Raisonnement und keine weiteren Facta beibringen, so ist wohl Leloutre, welcher thatsächlich die ersten Veröffentlichungen gemacht hat, bis auf weiteres als geistiger Eigentümer des von ihm Geschriebenen anzusehen. Freilich darf nicht vergessen werden, dafs sowohl Kinnear Clark und Bauschinger als Isherwood die Zustände am Anfange und am Ende der Expansion genau verglichen haben, dafs alle drei das Vorhandensein des Wasserrestes sofort erkannten und mehr oder weniger genau berechneten.

Es beginnt jetzt die Reihe der in dem Bulletin der Mülhauser industriellen Gesellschaft veröffentlichten Abhandlungen, welche gänzlich auf dem Boden der neueren Theorien stehen und dieselbe in anerkennenswerthester Weise gefördert haben.

Die erste derselben bilden die »Studien über drei mit Dampfmantel versehene Motoren« von O. Hallauer. Diese Arbeit ist der Zeit nach etwas vor den Arbeiten Leloutre's veröffentlicht, beruht aber ihren Anschauungen nach auf der Theilnehmerschaft Hallauer's an jenen Arbeiten, zu denen er durch Leloutre herangezogen war. Eine weitere Analyse der Arbeiten Hallauer's zu geben, ist hier nicht thunlich, soll vielmehr später am passenden Orte gegeben werden und möge bis dahin eine einfache Aufzählung des experimentellen Materials, welches die Arbeiten Hallauer's und anderer elsässischer Ingenieure enthalten, genügen.

Es wären aufzuführen:

1. Versuche mit der durch überhitzten Dampf gespeisten Maschine des Hirn'schen Etablissements zu Logelbach, angestellt in den Jahren 1870 und 1871.
2. Versuche mit Corlifsmaschinen mit und ohne Mantel (Bulletin 1873, S. 592).
3. Neue Versuche an der Hirn'schen Maschine, angestellt von Hallauer, Grofseteste und Dwelshauvers-Dery (Bulletin 1877, S. 144).
4. Versuche mit einer liegenden Woolf'schen Maschine, angestellt von Walther-Meunier (Bulletin 1877, S. 317).
5. Versuche mit einer Woolf'schen Maschine und mit

---

[1]) Es scheint, dafs Bauschinger's Untersuchungen ziemlich unabhängig dastehen; von anderen Autoren erwähnt er nur Rankine und Lechatelier. Die Arbeiten Kinnear Clark's sind ihm unbekannt geblieben, da er über den von diesem eingehend erörterten Einflufs, den die innere Lage der Dampfcylinder haben kann, nur Vermuthungen aufstellen will.

[2]) Bayerisches Industrie und Gewerbeblatt 1871. Eine spätere Reihe von Versuchen ist in einer separaten Abhandlung, welche in München bei Ackermann erschien, behandelt.

einer Schiffsmaschine nach dem Receiver-Compound-Systeme (Bulletin 1878, S. 231).

6. Versuche mit einer Corlifsmaschine mit und ohne Dampfmantel, angestellt von Walther-Meunier und G. Keller (Bulletin 1878, S. 910).
7. Versuche mit zwei Woolf'schen Maschinen, angestellt von Walther-Meunier und anderen; der Aufsatz, welcher diese Resultate enthält und bespricht, ist von Hallauer (Bulletin 1879, S. 224).
8. Versuche an einer Receiver-Compound-Maschine, angestellt von Walther-Meunier und G. Keller. (Bulletin 1880, S. 5).
9. Versuche an verschiedenen Maschinen französischer Kriegsschiffe, mitgetheilt in einem Aufsatze Hallauer's (Bulletin 1880, S. 171).

Das durch diese Versuche erlangte Material ist von ziemlich verschiedenem Werthe und Umfange. Für eingehendere calorimetrische Rechnungen ist nur weniges zu verwerthen, was zum Theil der Art der Veröffentlichung zur Last fällt. In sehr vielen Fällen sind gar keine Indicatordiagramme beigegeben, in anderen sind die beigegebenen nicht sorgfältig genug reproducirt, um auf sie specieller eingehen zu können. Nichtsdestoweniger mufs man gewifs für das Gebotene dankbar sein, welches jedenfalls die Bestimmung des Speisewasserverbrauches und fast immer auch die Angabe der Zustände des Dampfes am Anfange und Ende der Expansion einschliefst.

Die gegebene Bearbeitung des Materials endlich enthält eine ungemeine Menge fleifsiger Arbeit, welche auch dann Anerkennung verdient, wenn die gezogenen Schlüsse oder die Art der Darstellung dem Leser nicht gefallen sollten. Bei jeder Kritik von genaueren Versuchen an Dampfmaschinen darf eben nicht aufser Acht gelassen werden, welche Anstrengung sie heute noch erfordern: das Zusammenwirken von fünf bis sechs geschulten Beobachtern während wochenlanger Experimente und später langwierige Vergleiche, Messungen und Berechnungen mit der Menge der erlangten Indicatordiagramme.

Neben diesen elsässischen Untersuchungen geht in gänzlicher Unabhängigkeit eine sehr umfangreiche Reihe von Versuchen her, welche die amerikanische Marineverwaltung in den Jahren 1874 und 1875 hat anstellen und in einem besonderen Bericht hat niederlegen lassen.

Diese Versuche, welche sich auf ein- und zweicylindrige Maschinen mit und ohne Dampfmantel erstreckten, sind dadurch vor allen werthvoll, dafs bei ihnen niedrigere Expansionsgrade, wie sie in der Wirklichkeit am meisten vorkommen, angewandt worden sind. Die grofse Anzahl der angestellten einzelnen Versuche schlofs freilich die scrupulöse Genauigkeit der elsässischen Versuche aus, auch sind die gemachten Angaben nach manchen Richtungen hin etwas unvollständig; sie bereichern aber nichtsdestoweniger unsere Kenntnifs der Dampfmaschine in hohem Grade.

An deutschen Versuchen müssen aufser den schon oben erwähnten von Linde und Bissinger als in erster Linie stehend diejenigen genannt werden, welche Professor Schröter in München an einer Receiver-Compound-Maschine angestellt und im Civilingenieur 1881 veröffentlicht hat. Freilich sind sie die einzigen, die seit Bissinger's Versuchen angestellt worden sind, oder wenigstens die einzigen, deren Resultate ausführlich publicirt sind.

Bei den Versuchen Bissinger's darf übrigens nicht unerwähnt bleiben, dafs sie zu einer eingehenden Arbeit über die Dampfverbrauchsfrage Anlafs gegeben haben, welche Escher im Civilingenieur 1876 veröffentlichte. Gleichfalls mufs der kritischen Berichte gedacht werden, welche G. Schmidt in Dingler's Journal über die Arbeiten Hallauer's geliefert hat. Auch eine Versuchsreihe, die E. Herrmann in Schemnitz anstellte und in seinem »Compendium der mechanischen Wärmetheorie« veröffentlichte, mufs berücksichtigt werden.

In der Schweiz haben Gebr. Sulzer in Winterthur den Dampfverbrauch bei einer grofsen Anzahl der von ihnen gebauten Maschinen untersuchen lassen, indessen ist über die Resultate dieser Versuche nichts veröffentlicht worden.

Unter den Arbeiten, welche von deutscher Seite über die Theorie der Dampfmaschine gegeben worden sind, habe ich bisher nicht aufgeführt die Aufsätze, welche Völkers in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure Bd. III veröffentlichte, und die ihrem Hauptinhalte nach in seiner bekannten Schrift über den Indicator sich wiederfinden. Völkers stellte, gestützt auf die Untersuchung einiger weniger und zum Theil mangelhafter Maschinen die Theorie auf, dafs an dem grofsen, durch das Indicatordiagramm nicht erklärten Dampfverbrauche der Dampfmaschine Undichtigkeiten des Kolbens und der Steuerung fast ausschliefslich schuld seien, und dafs diese Undichtigkeiten so gut wie unvermeidlich seien. Die Ansichten Völkers sind durch genauere Untersuchungen, als die seinigen waren, längst widerlegt und den Cylinderwandungen der Einflufs beigelegt worden, den sie ausüben; mittlerweile werden sie aber keinen heilsamen Einflufs auf den deutschen Maschinenbau und vielleicht auch auf die Richtung der theoretischen Anschauungen ausgeübt haben.

Als Quelle der theoretischen Anschauungen über den Expansionsprocefs, wie sie sich in praktischen Kreisen herausbildeten, müssen Zeuner's »Grundzüge der mechanischen Wärmetheorie« betrachtet werden, und zwar in der Gestalt, wie sie in zweiter Auflage 1866 erschienen, eine Gestalt, die ihnen in der unverändert abgedruckten dritten Auflage geblieben ist. Zeuner's Grundzüge bilden aufserdem die Quelle, aus denen alle populären Darstellungen der mechanischen Wärmetheorie geschöpft haben, und haben durch Uebersetzungen in fast alle modernen Sprachen weite Verbreitung gefunden. Im stricten Gegensatze zu unseren heutigen Anschauungen und zu dem, was Kinnear Clark unwiderleglich in seiner »Railway Machinery« vorgetragen hat, war Zeuner zu dem Resultate gekommen, dafs die Expansion des Dampfes eine wesentlich adiabatische sei, dafs sie also ohne erhebliche Wärmeaufnahme und Wärmeabgabe erfolge, und dafs der Einflufs der Cylinderwandungen vernachlässigt werden könne. Der Umstand, dafs die Expansionscurven an ihrem Ende eine erhebliche Zunahme an Dampf zeigen, war in den »Grundzügen« allerdings nicht unbeachtet geblieben, es wurde aber angenommen, dafs sich dieser Zuwachs aus bedeutendem Wassergehalte des Dampfes genügend erklären liefse, was theoretisch allerdings möglich wäre. Da nun der Dampfverbrauch, den die Herstellung einer bestimmten Leistung erforderte, auf Grund der Hypothese der adiabatischen Expansion berechnet wurde, so fiel sein Betrag nicht unerheblich niedriger aus, als in Wirklichkeit der Fall ist. Die ganze Theorie der Dampfmaschine, d. h. des Dampfverbrauches, blieb daher thatsächlich so, wie sie bisher gewesen war. Bisher war der Verlauf der Expansionscurve ohne weiteres als der einer gleichseitigen Hyperbel angenommen worden; jetzt wurde eine Erklärung dieser Thatsache gegeben, die aber auf den Hauptpunkt der Berechnung des Dampfverbrauches keinen Einflufs ausübte, vielmehr diese in ihrer bisherigen Gestalt ausdrücklich sanctionirte.

Man mufs überhaupt eingestehen, dafs die mechanische Wärmetheorie, abgesehen von der Klärung der principiellen Anschauungen, zunächst die Dampfmaschinentheorie sehr wenig vorschreiten liefs. Was jene gab, war eigentlich nichts, als eine Uebersetzung der alten Theorie in eine neue Sprache, in eine neue und allerdings exactere Ausdrucksweise. Ihre Theorie der Expansion war keine Theorie der Expansion, wie sie in der Dampfmaschine stattfindet, sondern die eines hypothetischen Vorganges, es war eine physikalische Speculation, aber keine physikalische Theorie. Freilich müssen Speculationen der Theorie vorhergehen, und die genaue Untersuchung der adiabatischen und der übrigen rein theoretischen Curven, die in den »Grundzügen« enthalten sind, hat einen nicht zu unterschätzenden Einflufs auf die Entwickelung der Dampfmaschinentheorie ausgeübt. Wir finden, dafs Bauschinger, der in den ersten Theilen seiner Arbeit »Indicatorversuche an Locomotiven« die Expansionscurven an der Hand des Mariotte'schen Gesetzes geprüft und nur die Veränderung der Spannungen berechnet, aber keine Vergleichungen der Zustandsänderungen gemacht hatte, am Schlusse seiner Arbeiten, nachdem die »Grundzüge« erschienen waren, sofort dazu übergegangen ist, die an einzelnen Stellen der Expansion vorhandenen Dampfmengen zu berechnen, indem er in den Schlufsworten seines Aufsatzes die Methode des Vergleiches und der Untersuchung beschreibt.

Ob die »Grundzüge« dieselbe anregende Wirkung im Elsafs ausgeübt haben, in welchem sie sogleich auch bekannt und geschätzt wurden, ist nur zu muthmafsen und kaum zu constatiren, denn es handelt sich um die allmähliche Gewöhnung in eine neue Anschauungsweise. Aber die elsässische Anschauungsweise war jedenfalls 1866 eine andere als 1876; man hatte zur Zeit des Erscheinens der »Grundzüge« nur »die Ideen, gestützt auf Thatsachen und Erfahrungen, klar dargelegt, aber noch nicht in algebraische Form gebracht.« Bauschinger, der gerade mitten in der Ausarbeitung seiner Versuche stand und übrigens mit den damaligen Anwendungen der mechanischen Theorie vollständig vertraut war, modificirte die Art seiner Berechnungen, sobald er die »Grundzüge« erhalten hatte, und im Elsafs beginnt chronologisch die calorimetrische Untersuchung der Dampfmaschine auch erst nach dem Erscheinen der »Grundzüge«.

Zeuner hat nun in allerjüngster Zeit im Civilingenieur seine Theorie des adiabatischen Charakters der Expansion in gewisser Weise wieder aufgenommen und vertheidigt und eine Reihe von Bedenken gegen die Berechnungen und Resultate erhoben, welche sich im Bulletin der Mülhauser industr. Gesellschaft finden. Ich werde später auf diese Einwürfe eingehen, die ich für unbegründet halten mufs, und der bereits im Bulletin (1881, Augustheft) Widerlegungen von Seiten Hirn's und Hallauer's gefolgt sind. Dagegen hat E. Herrmann in seinem »Compendium« die Hypothese von der adiabatischen Expansion ganz aufgegeben und gründet die Theorie des Dampfverbrauches auf die Untersuchung der Eintrittscondensation. Er ist somit der erste gewesen, welcher die neuere Dampfmaschinentheorie in einem in deutscher Sprache geschriebenen Lehrbuche dargestellt hat, während dieselbe bis dahin nur in Zeitschriften behandelt wurden ist.

Von nicht deutschen Werken, welche die Theorie der Dampfmaschinen behandeln, ist noch auf das Werk von Professor Cotterill in London: »The steam engine considered as a heat engine« aufmerksam zu machen, welches in elementarer, aber gründlichster Darstellungsweise die heutige Dampfmaschinentheorie darlegt und sich zu diesem Behufe in ausgedehntem Mafsstabe der graphischen Darstellung bedient.

Bestimmung des Güteverhältnisses von Keil-Frictionsrädern mit Rücksicht auf deren Anwendung für Winden.

Von **Ad. Ernst**, Ingenieur und Lehrer an der höheren Gewerbeschule zu Halberstadt.

Bezeichnet man mit D, Fig. 1, den Anpressungsdruck zweier Keilräder in der Richtung der gemeinschaftlichen Centralen, mit N die normale Pressung der Keilflächen auf jeder Seite und mit μ den Reibungscoëfficienten, so ist der übertragbare Umfangsdruck

$$P \leq 2 \mu N.$$

Zur Bestimmung von N ist zu beachten, dafs sich der Reibungswiderstand μN, welcher einerseits als Nutzwiderstand auftritt, andererseits auch dem Eindringen der Keilprofile in einander entgegensetzt, und dafs demnach, wofern wir den Seitenwinkel der Keilnute mit α bezeichnen, die Bedingungsgleichung besteht:

$$D = 2\left(N \sin\frac{\alpha}{2} + \mu N \cos\frac{\alpha}{2}\right),$$

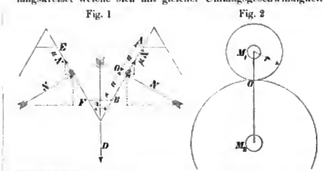
mithin

$$N = \frac{D}{2\left(\sin\frac{\alpha}{2} + \mu\cos\frac{\alpha}{2}\right)}$$

und demnach der Umfangsdruck

$$P \leq \frac{\mu D}{\sin\frac{\alpha}{2} + \mu\cos\frac{\alpha}{2}} \;{}^{1)} \quad . \; . \; . \; (1).$$

Die in einander greifenden Keilprofile haben nur in einem Punkte, in der Mitte der gemeinsamen Berührungsstrecke, gleiche Umfangsgeschwindigkeit, während alle übrigen Punkte der Keilflächen relative Bewegungen gegen einander ausführen. Sind $M_1 O$ und $M_2 O$, Fig. 2, die Radien derjenigen Umfangskreise, welche sich mit gleicher Umfangsgeschwindigkeit



[1] Diese zuerst von Professor Herrmann in der 1. Abtheilung des 3. Theiles seiner Ingenieur- und Maschinen-Mechanik S. 266 aufgestellte Formel hat bisher in der technischen Litteratur, soweit dem Verfasser bekannt, nur noch in Bach's Maschinenelementen S. 132 Aufnahme gefunden, während in den sonst verbreiteten Lehrbüchern und in der soeben erschienenen neuesten Auflage des von der Hütte herausgegebenen Ingenieurs Taschenbuch der nicht zu vernachlässigende Einflufs des Reibungswiderstandes inbezug auf das Eindringen der Keilprofile in einander unberücksichtigt geblieben ist. Dieselbe Vernachlässigung findet sich dann auch in den analogen Formeln für Kegelbremsen und Kegelkupplungen.

auf einander abrollen, ohne zu gleiten, so ist der Berührungspunkt O dieser beiden Kreise der momentane Drehmittelpunkt der Relativ-Bewegungen der Keilflächen gegeneinander. Die schädliche Reibung, welche infolge dieser Relativ-Bewegungen auftritt, wollen wir als Circularreibung der Keilflächen bezeichnen.

Ueber die Vorgänge, welche bei der Circularreibung auftreten, liegen zuverlässige Beobachtungen aus der Praxis nicht vor, und diese Frage läfst sich demnach zunächst nur auf der Grundlage von Hypothesen verfolgen. Professor Herrmann giebt an, dafs sich infolge der Abnutzung die Form der Keilprofile, welche ursprünglich geradlinig ist, beim Zusammenarbeiten der Räder derartig abschleift, dafs, indem die Profile hierbei eine convex gewölbte Form annehmen, nur in der Mitte des Eingriffs eine Berührung erhalten bleibt [1]). An sich würde sich dann durch die fortdauernde Abnutzung die Berührung auf einen mathematischen Punkt reduciren, es bleibt aber zu berücksichtigen, dafs das Material elastisch ist, und dafs demnach nach allen Richtungen hin um den Druckmittelpunkt eine Zusammenpressung des Materials erfolgt, welche die Ausbildung einer kleinen kreisförmigen Berührungsfläche bedingt. Da ferner der Eingriff der Räder im Laufe der Zeit immer tiefer rückt, scheint es berechtigt, die zwischen diesen kleinen kreisförmigen Berührungsflächen auftretende schädliche Circularreibung mit dem Reibungswiderstande eines neuen, nicht eingelaufenen Stützzapfens gleich zu stellen.

Bezeichnen wir mit M das Moment der Circularreibung und mit s den Durchmesser der Flächenberührung, welche constant erhalten bleibt, nachdem sich die Keilflächen in der angedeuteten Weise abgeschliffen haben, so ergiebt sich, da der totale Prefsdruck der Flächen gleich $2\,N$ ist,

$$M = \frac{2}{3}\,\mu\,2\,N \cdot \frac{s}{2}\ ^{2)},$$

oder, da $2\,\mu\,N = P$,

$$M = \frac{P s}{3} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (2).$$

Bezeichnet man nun ferner mit r den Radius des Keiltriebrades und reducirt das Moment der Circularreibung in der Rotationsebene des Rades auf den Radius r, so ergiebt sich der Widerstand der schädlichen Reibung im Keiltriebumfange

$$W_1 = \frac{P s \cos \frac{\alpha}{2}}{3 r}.$$

Während also die ideelle Antriebkraft im Umfange des Keiltriebrades $= P$ sein würde, ist die effective unter Berücksichtigung der schädlichen Keilflächenreibung $= P + \dfrac{P s \cos \frac{\alpha}{2}}{3 r}$, und demnach das Güteverhältnifs der Keilräder in Bezug auf den Effectverlust durch diese Reibung

$$\eta_1 = \frac{1}{1 + \dfrac{s \cos \frac{\alpha}{2}}{3 r}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (3).$$

Tritt thatsächlich eine bemerkbare Wölbung der Keilprofile durch die Abnutzung ein, so würde die absolute Tiefe der Umfangsnuten für das Güteverhältnifs eingelaufener Frictionsräder vollständig gleichgültig sein. Das Güteverhältnifs würde, wie die vorstehende Gleichung zeigt, nur abhängen von den Werthen s und r und um so günstiger ausfallen, je gröfser man r wählte und je härter das Material, da, je härter das Material, um so kleiner jedenfalls s. Der Werth von s würde ferner abhängen von der absoluten Gröfse des Prefsdrucks und durch die in der Praxis übliche Anordnung einer gröfseren Anzahl von Keilnuten neben einander günstig beeinflufst werden.

Eine genaue Bestimmung des Werthes von s dürfte kaum möglich sein. Jedenfalls ist s aber verhältnifsmäfsig sehr klein im Vergleich zu r und ohne wesentlich fehlerhafte Beeinflussung des Werthes von η_1 wird man sich mit einer schätzungsweisen Annahme begnügen können. Für die numerische Berechnung des Werthes von η_1 kann ferner der Einflufs verschiedener Keilwinkelgröfsen vernachlässigt werden, d. h. $\cos \frac{\alpha}{2} = 1$ gesetzt werden, da dieser Werth in der Praxis zwischen 0,96 und 0,98 schwankt.

Setzen wir gufseiserne Räder voraus, so dürfte selbst bei sehr starkem Prefsdruck eine Zusammendrückung des Materials auf 5^{mm} im Umkreise sehr hoch gegriffen erscheinen. Mit diesem Werthe für s ergeben sich aber für verschiedene Gröfsen des Keiltriebradius r zwischen $r = 50$ und $r = 150$ dann noch folgende sehr günstige Werthe für die Güteverhältnisse der Frictionsräder, soweit dieselben lediglich durch die schädliche Circularreibung beeinflufst werden.

$r =$	50	60	70	80	90	100	120	150^{mm}
$\eta_1 =$	0,968	0,973	0,977	0,980	0,982	0,984	0,986	0,989

Die vorstehenden Ergebnisse stützen sich, wie eingangs angedeutet, auf Angaben des Hrn. Professor Herrmann über die Deformation der Rad-Frictionsflächen. Der Verfasser glaubte in einer bis jetzt unentschiedenen Frage der Autorität jenes Namens Rechnung tragen zu müssen. Aus diesem Grunde sind zunächst die Schlufsfolgerungen, welche sich für die vorliegende Untersuchung ergeben, auf der Basis, welche den zur Zeit verbreiteten Ansichten entspricht, aufgebaut.

Ueberträgt man die durch Professor Herrmann vertretenen Anschauungen auf die analogen Vorgänge bei Stützzapfen, so würde man folgern müssen, dafs auch hier die ursprüngliche Berührungsfläche sich allmählich bis auf einen ganz kleinen Kreis um den Zapfenmittelpunkt reducirt, und dafs sich die dauernde Unterstützung des Zapfens nur so weit erstreckt, wie sich die Zusammenpressung des Materials um den Druckmittelpunkt ausdehnt. Die Praxis zeigt, dafs sich Stützzapfen thatsächlich gleichförmig abnutzen, und die Theorie nimmt zur Erklärung dieser Erscheinungen an, dafs der Flächendruck bei eingelaufenen Stützzapfen ein variabler ist. Es scheint aus diesem Grunde gerechtfertigt, analoge Verhältnisse auch für den Verschleifs der Keilfrictionsräder anzunehmen. Wir unterstützen diese persönliche Anschauung durch folgende Darstellung: Sind AB und FE, Fig. 1, die Berührungslinien des Eingriffs zweier neuer Keilräder, so wird in allen Punkten dieser Linien zunächst eine gleichförmige Berührung vorhanden sein. Bei der Länge des Eingriffs wird sich der Prefsdruck in tangentialer Richtung nur auf eine ganz geringe Breite symmetrisch zu beiden Seiten der mathematischen Berührungslinien ausdehnen. Die Angriffspunkte aller Flächenkräfte liegen in den mathematischen Berührungslinien, und wir haben daher nur die Kraftvertheilung auf die verschiedenen Punkte dieser Linien ins Auge zu fassen. Die Abnutzung des Materials ist proportional der darauf verwendeten mechanischen Arbeit der Reibung und damit proportional dem Druck in den einzelnen Punkten und den Drehradien derselben. Ist nun O der momentane Drehpunkt der Circularreibung, so mufs

[1]) Vergl. Weisbach-Herrmann, Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. III. Theil, 1. Abtheilung, S. 267.

[2]) Vergl. »Hütte«, Stützzapfenreibung.

bei gleichförmiger Druckvertheilung zunächst in den von O entferntesten Punkten A und B die Abnutzung des Materials eintreten. In dem Mafse, wie hierdurch die Intensität der Berührung in den äufseren Punkten abnimmt, schwächt sich auch der Prefsdruck in diesen Punkten ab. Der Materialverschleifs zieht sich infolge dessen mehr und mehr nach dem Mittelpunkt der Drehung hin, schreitet dann wieder nach aufsen vor, und das angedeutete Spiel wiederholt sich immer von neuem. Durch dieses continuirliche Verschieben der Abnutzung ist ein vollkommen gleichmäfsiges Abschleifen der Radfrictionsflächen sehr wohl denkbar, die Keilflächenprofile würden dabei geradlinig bleiben und die Keilnuten sich ebenso gleichförmig erweitern, wie die Keilzähne abschwächen. Die mathematische Bedingung für die gleichmäfsige Abnutzung lautet:

$$p\,x = C,$$

wofern wir mit p den variablen Druck für die Längeneinheit der Berührungsstrecke im Abstande x vom Drehmittelpunkte O bezeichnen und C einen constanten Werth bedeutet.

Setzen wir ferner den Totaldruck zwischen zwei Keilflächen wie früher $= N$ und bezeichnen den Abstand der äufsersten Punkte A und B des Eingriffs vom Mittelpunkte O der Circularreibung mit a, so folgt:

$$N = 2\int_0^a p\,dx, \quad \text{oder da} \quad p = \frac{C}{x},$$

$$N = 2C\int_0^a \frac{dx}{x} = 2C \ln a.$$

Das Moment der Circularreibung eines Berührungselementes dx ist:

$$m = \mu\,p\,x\,dx = \mu\,C\,dx.$$

In jeder Berührungsfläche tritt gleichzeitig zu beiden Seiten des Mittelpunktes ein derartiges Reibungsmoment auf, und für die beiden Berührungsseiten AB und DE sind demnach gleichzeitig 4 solcher Reibungsmomente in Betracht zu ziehen. Hieraus folgt das totale Moment der Circularreibung

$$M = 4\,\mu\,C\int_0^a dx = 4\,\mu\,C\,a.$$

Wir erhalten ferner:

$$\frac{M}{N} = \frac{4\,\mu\,C\,a}{2\,C\ln a},$$

und demnach schliefslich

$$M = \frac{2\,\mu\,N\,a}{\ln a} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4).$$

Mit diesem Werthe ergiebt sich auf analoge Weise wie früher der Nutzeffect der Keilräder unter Berücksichtigung der schädlichen Circularreibung

$$\eta_2 = \frac{1}{1 + \dfrac{a\cos\frac{\alpha}{2}}{r\ln a}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5).$$

Bei der Auswerthung dieses Ausdruckes kann wie oben $\cos\frac{\alpha}{2} = 1$ gesetzt werden, da für die Praxis nur Winkelgröfsen $\frac{\alpha}{2} = 10$ bis 15^0 in Betracht kommen und hierfür $\cos\frac{\alpha}{2} = 0{,}985$ bez. $= 0{,}966$ ist.

Dieser auf der Grundlage der zweiten Hypothese entwickelte Werth für das Güteverhältnifs zeigt eine Abhängigkeit des Nutzeffectes von der Tiefe des Keilrädereingriffs. Im übrigen ergiebt sich auch hier, dafs sich das Güteverhältnifs für gröfsere Räder günstiger gestaltet, als für kleine.

Die ausgeführten Frictionsräder zeigen Nutentiefen von 12 bis 15^{mm}. Setzen wir dementsprechend die absolute Eingriffstrecke $2\,a = 10^{mm}$, so ergiebt sich für verschiedene Werthe des Keiltriebhalbmessers r nachstehende Tabelle für die zugehörigen Werthe des Nutzeffectes η_2:

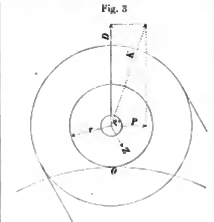
$r =$	50	60	70	80	90	100	120	150^{mm}
$\eta_2 =$	0,941	0,95	0,958	0,962	0,966	0,97	0,975	0,979.

Ein Vergleich mit der Tabelle, welche auf der Grundlage der ersten Hypothese berechnet ist, zeigt, dafs die theoretischen Werthe der Nutzeffecte bei den beiden verschiedenen Annahmen um 1 bis 2 pCt. von einander abweichen, und dafs die zweite Hypothese, welche ein geradliniges Ausschleifen der Keilprofile voraussetzt, zu etwas ungünstigeren Werthen führt.

Ist nun auch die geringe Differenz zwischen den Doppelwerthen für die Rechnungen in der Praxis nicht sehr wesentlich, so dürfte es doch im Interesse der Klärung der wissenschaftlichen Theorie liegen, zuverlässige Beobachtungen bezüglich der Abnutzungsform der Keilnutenflächen zu sammeln, um zu entscheiden, ob die erste oder die zweite Hypothese die gerechtfertigtere ist.

Aufser der Circularreibung in den Umfängen ist noch die Zapfenreibung der Radwelle in den Lagern zu berücksichtigen. Wendet man die Keiltriebräder als Vorgelege für Winden an, so findet sich die Anordnung meist so, dafs das Keiltriebrad und die Antriebscheibe auf der Vorgelegewelle unmittelbar zu beiden Seiten einer Lagerstelle placirt werden. Unter dieser Voraussetzung kann man annehmen, dafs die drei Achsendrucke, welche von dem Riemenzug, von dem Umfangsdruck im Keiltriebrade und von der zur Erzeugung der Umfangsreibung erforderlichen Achsenpressung herrühren, sich in der Mittelebene des Lagers zu einer Resultante vereinigen, und stelle dementsprechend, Fig. 3, Z den Achsendruck durch den Riemenzug, P den Achsendruck, welcher von dem zu übertragenden Umfangsdrucke herrührt und D die directe Achsenanpressung dar.

Fig. 3



Man wird zweckmäfsig die Anordnung stets so treffen, dass der Riemenzug die Lagerpressung durch die directe Achsenanpressung eher vermindert, als vermehrt. Da aber andererseits nicht darauf zu rechnen ist, dafs die Achsenanpressung nur bis zur theoretisch erforderlichen Grenze gesteigert wird, so wird man den thatsächlichen Verhältnissen am meisten Rechnung tragen, wenn man die günstige Einwirkung, welche sich durch den Riemenzug für den totalen Zapfendruck ergiebt, unberücksichtigt läfst, um so mehr als ja der Riemenzug von den drei Kräften, welche in Betracht kommen, die kleinste ist. Unter diesen Voraussetzungen haben wir zur Bestimmung der Zapfenreibung die Achsenanpressung D und den von der Umfangskraft P des Keiltriebrades herrührenden gleichgrofsen Zapfendruck P in Rechnung zu setzen. Beide Kräfte wirken senkrecht zu einander und ergeben demnach eine Resultante

$$K = \sqrt{P^2 + D^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6).$$

Der Werth von P ist, wie wir in Gleichung 1 fanden, von D und von dem Keilnutenwinkel α abhängig. Gewöhnlich findet man in der Praxis $\alpha = 30^0$. Als kleinster zulässiger Werth dürfte $\alpha = 20^0$ anzusehen sein. An sich ist eine Verkleinerung des Nutenwinkels für die Steigerung des bei einer bestimmten Achsenpressung übertragbaren Umfangsdrucks günstig, aber wählt man $\alpha < 20^0$, so klemmen sich einmal die Räder bei mangelhafter Schmierung leicht fest, sodann sinken auch die Räder schon bei geringer Abnutzung gleich störend tief in einander.

Nehmen wir den Reibungscoëfficienten der Radumfänge $\mu = 0{,}1$ an, so ergiebt sich aus Gleichung (1)

$$\text{für } \alpha = 30^0 \quad P \leqq 0{,}29\, D \quad \ldots\ldots \quad (7)$$

$$\text{und für } \alpha = 20^0 \quad P \leqq 0{,}36\, D \quad \ldots\ldots \quad (8).$$

Berücksichtigen wir zunächst den Werth von P für $\alpha = 30^0$ und setzen, da $P = 0{,}29\, D$ an der Grenze des Uebertragens der Bewegung und des Gleitens liegt, P nur $= 0{,}25\, D$, so ergiebt sich

$$D = 4\, P$$

und ferner aus Gleichung (6), $K = P\sqrt{17}$,

$$K = 4{,}12\, P.$$

Für einen Zapfenreibungscoëfficienten $\mu_1 = 0{,}08$ folgt die Zapfenreibung $\mu_1 K = 0{,}08 \,.\, 4{,}12\, P = \frac{P}{3}$.

Schliefslich resultirt hieraus, wofern man mit ϱ den Zapfenradius und mit r, wie früher, den Keiltriebradius bezeichnet, ein Umfangswiderstand im Keiltriebrade

$$W_2 = \frac{P}{3} \cdot \frac{\varrho}{r} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9).$$

Das Güteverhältnifs der Vorgelegewelle, soweit dasselbe durch die Zapfenreibung bedingt wird, ergiebt sich demnach für Keilfrictionsräder mit einem Nutenwinkel $\alpha = 30^0$

$$\eta_3 = \frac{1}{1 + \frac{\varrho}{3r}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10).$$

Für verschiedene Werthe des Quotienten $\frac{\varrho}{r}$ zwischen $^1/_3$ bis $^1/_8$ ergeben sich nachfolgende tabellarisch zusammengestellte Werthe:

$\frac{\varrho}{r}$ =	$^1/_3$	$^1/_4$	$^1/_5$	$^1/_6$	$^1/_7$	$^1/_8$
η_3 =	0,90	0,923	0,937	0,947	0,954	0,96.

Der totale Wirkungsgrad einer Vorgelegewelle mit Keilfrictionsrädern unter Berücksichtigung der Effectverluste durch die Zapfenreibung und die schädliche Circularreibung der Keilflächen ist gleich dem Product aus den Wirkungsgraden für die einzelnen Effectverluste. Berücksichtigen wir für die ferneren Rechnungen von den Doppelwerthen, welche wir auf der Basis der verschiedenen Hypothesen für das Güteverhältnifs der Frictionsräder mit Bezug auf die Circularreibung aufgestellt haben, nur den ungünstigeren Werth η_2 aus Gleichung (5), so ergiebt sich der in Rede stehende totale Wirkungsgrad der Vorgelegewelle für $\alpha = 30^0$

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{a \cos \frac{\alpha}{2}}{r \ln \alpha}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\varrho}{3r}} \quad \ldots\ldots \quad (11).$$

Der Wirkungsgrad der Keilrädervorgelegewelle fällt um so günstiger aus, je kleiner die Tiefe des Eingriffs $2\, a$ und der Zapfenradius ϱ, je gröfser andererseits der Keiltriebradius ist.

Für $r = 50$ und $\frac{\varrho}{r} = {^1/_4}$ ergiebt sich aus den bezüglichen Tabellen: $\eta = 0{,}941 \,.\, 0{,}923 = 0{,}869$.

Für $r = 150$ und $\frac{\varrho}{r} = {^1/_6}$ ergiebt sich aus den bezüglichen Tabellen: $\eta = 0{,}979 \,.\, 0{,}947 = 0{,}927$.

Der Wirkungsgrad läfst sich ferner durch Verkleinerung des Keilnutenwinkels erhöhen. Wir fanden oben bereits in Gleichung (8) für den kleinsten zulässigen Winkel $\alpha = 20^0$ $P \leqq 0{,}36\, D$. Setzen wir der Sicherheit halber nicht den Grenzwerth, sondern nur $P = 0{,}33\, D$ in Rechnung, d. i. $D = 3\, P$, so folgt in analoger Weise wie oben unter Benutzung der Gleichung (6):

der Zapfendruck

$$K = 3{,}16\, P,$$

die Zapfenreibung

$$\mu_1 K = 0{,}08 \,.\, 3{,}16\, P, \text{ rot. } = \frac{P}{4},$$

der Umfangswiderstand im Keilrade

$$W_2 = \frac{P}{4} \frac{\varrho}{r},$$

das Güteverhältnifs der Vorgelegewelle, soweit es von der Zapfenreibung abhängig ist,

$$\eta_4 = \frac{1}{1 + \frac{\varrho}{4r}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12),$$

und schliefslich das totale Güteverhältnifs der Vorgelegewelle, unter Berücksichtigung der Zapfenreibung und der Circularreibung für $\alpha = 20^0$

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{a \cos \frac{\alpha}{2}}{r \ln \alpha}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\varrho}{4r}} \quad \ldots\ldots \quad (13).$$

Bestimmen wir noch den Werth von η_4 für verschiedene Werthe des Quotienten $\frac{\varrho}{r}$, so ergiebt sich

$\frac{\varrho}{r}$ =	$^1/_3$	$^1/_4$	$^1/_5$	$^1/_6$	$^1/_7$	$^1/_8$
η_4 =	0,923	0,941	0,952	0,96	0,965	0,97.

Mit diesen Werthen würde folgen:

$$\text{für } r = 50 \text{ und } \frac{\varrho}{r} = {^1/_4} \quad \eta = 0{,}941 \,.\, 0{,}941 = 0{,}885$$

$$\text{für } r = 150 \text{ und } \frac{\varrho}{r} = {^1/_6} \quad \eta = 0{,}979 \,.\, 0{,}96 = 0{,}94.$$

Der mittlere Werth einer Zahnrädervorgelegewelle ist zu 0,922 anzunehmen[1]). Dieser Werth läfst sich, wie die vorstehenden Rechnungen zeigen, auch mit Keilfrictionsrädern erreichen, aber die Keiltriebräder müssen zu dem Zweck mindestens doppelt so grofs gewählt werden, als die Zahntriebräder, denn das angegebene Güteverhältnifs tritt bei Zahnrädervorgelegen bereits bei Zahntrieben mit 10 Zähnen ein, die für eine mittlere Theilung von 26 mm nur circa 41 mm Theilkreisradius erfordern. Im übrigen besteht zwischen Keilfrictionsrädern und Zahnrädern die Analogie, dafs sich bei beiden das Güteverhältnifs mit der Vergröfserung der Triebräder erhöht.

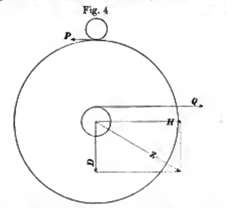
Die starke Achsenpressung, welche Frictionsrädergetriebe erfordern, beeinflufst naturgemäfs auch das Güteverhältnifs der Trommelwelle, auf welche die Vorgelegewelle einwirkt; aber auch hier hat man es in der Hand, durch eine geeignete Constructionsanordnung, vor allem durch Anwendung kleiner Keilnutenwinkel und ausreichend grosser Trommelräder, die Verhältnisse ebenso günstig zu gestalten, wie bei Zahnräderantrieb.

Bei den üblichen Anordnungen der Frictionsrädervorgelege für Winden erfolgt die Achsenanpressung in der Verticalen und

[1]) Vergleiche Weisbach-Herrmann III. 2, S. 17.

wird bei Winden für mäfsige Lasten, wie für Fahrstühle, dadurch hervorgerufen, dafs man die Trommelwelle anbebt. Das Lastseil oder die Lastkette wird ferner zweckentsprechend der Trommel möglichst horizontal zugeführt, um eine selbstthätige Einwirkung des Lastzuges auf die Verticalbewegung der Trommelwelle zu vermeiden. Bezeichnen wir nun, Fig. 4, den Lastzug an der Trommelwelle mit Q, und setzen ferner

Fig. 4



voraus, dafs das Verhältnifs des Trommeldurchmessers zum Durchmesser des Keilrades auf der Trommelwelle = 1 : 6 gewählt wird, so würde zum Aufwinden der Last Q am Trommelrade ein Umfangsdruck P erforderlich sein,

$$P = \frac{Q}{6}.$$

Aus dem horizontalen Lastzug und der entgegengesetzt gerichteten Antriebkraft P des Trommelrades resultirt ein horizontaler Achsendruck

$$H = Q - \frac{Q}{6} = \tfrac{5}{6}\,Q.$$

Für die zum Umtrieb erforderliche verticale Achsenanpressung D fanden wir oben, unter Voraussetzung eines Keilnutenwinkels von 20°,

$$D = 3\,P,$$

mithin hier $D = \frac{Q}{2}$.

Hieraus ergiebt sich schliefslich der aus H und D resultirende Zapfendruck

$$Z = \sqrt{H^2 + D^2} = Q\sqrt{\left(\frac{5}{6}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2} = 0{,}972\,Q.$$

Bei derselben Constructionsdisposition für Zahnräderantrieb würde sich der Achsendruck der Trommelwelle direct durch die Horizontalkraft

$$H = \tfrac{5}{6}\,Q = 0{,}833\,Q$$

bestimmen. Nehmen wir den Zapfenreibungscoefficienten $\mu = 0{,}08$ an, so ergiebt sich die Zapfenumfangsreibung:

im ersten Fall, für Frictionsbetrieb $\mu Z = 0{,}078\,Q$ und
im zweiten Fall, für Zahnräderbetrieb $\mu H = 0{,}067\,Q$.

Die geringe Differenz zwischen diesen beiden Werthen ist für das totale Güteverhältnifs der Trommelwellen vollständig bedeutungslos, und unter den aufgestellten Voraussetzungen erscheint also das Güteverhältnifs einer Trommelwelle mit Zahnräder- oder Frictionsräder-Antrieb vollkommen gleichwerthig.

Wählt man das Verhältnifs zwischen Trommelradius und Keilradhalbmesser analog den Durchschnittswerthen für die entsprechenden Abmessungen der Winden mit Zahnrädertriebwerk nur = 1 : 4, so ergiebt sich für die vorstehend besprochene Constructionsdisposition zwar eine etwas gröfsere Differenz

zwischen dem Achsendrucke bei Zahnräder- und Frictionsantrieb, nämlich:

der Zapfendruck für Zahnräderantrieb $H = 0{,}75\,Q$ und
der Zapfendruck für Frictionsräderantrieb $Z = 1{,}06\,Q$,

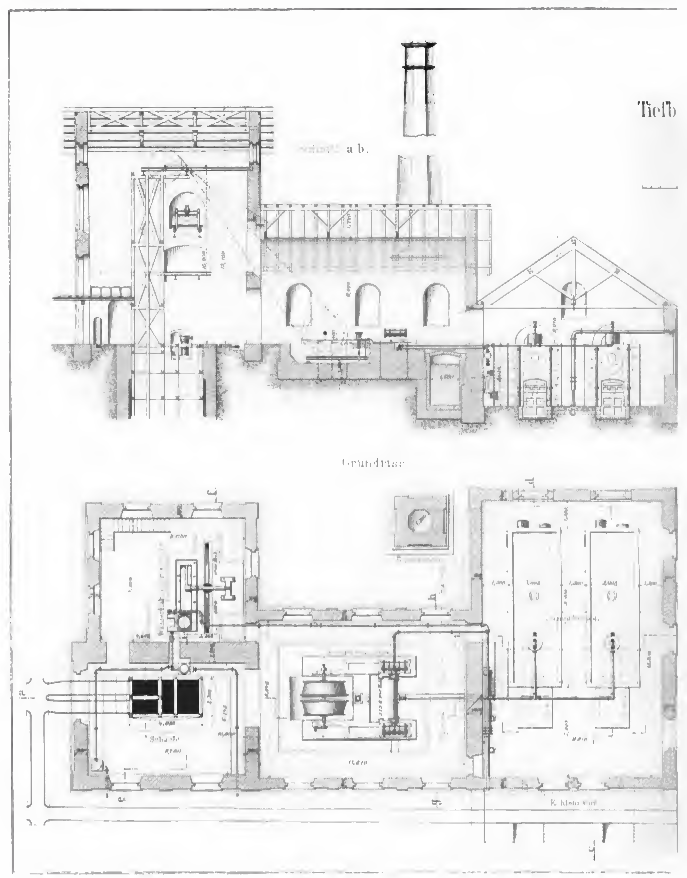
aber auch diese Differenz beeinflufst immerhin das totale Güteverhältnifs der Trommelwelle noch so wenig, dafs sich die bezüglichen Werthe erst in der dritten Decimalstelle unterscheiden und die Differenz nur etwa ½ pCt. beträgt, wenn man alle Widerstände auf den Trommelumfang reducirt.

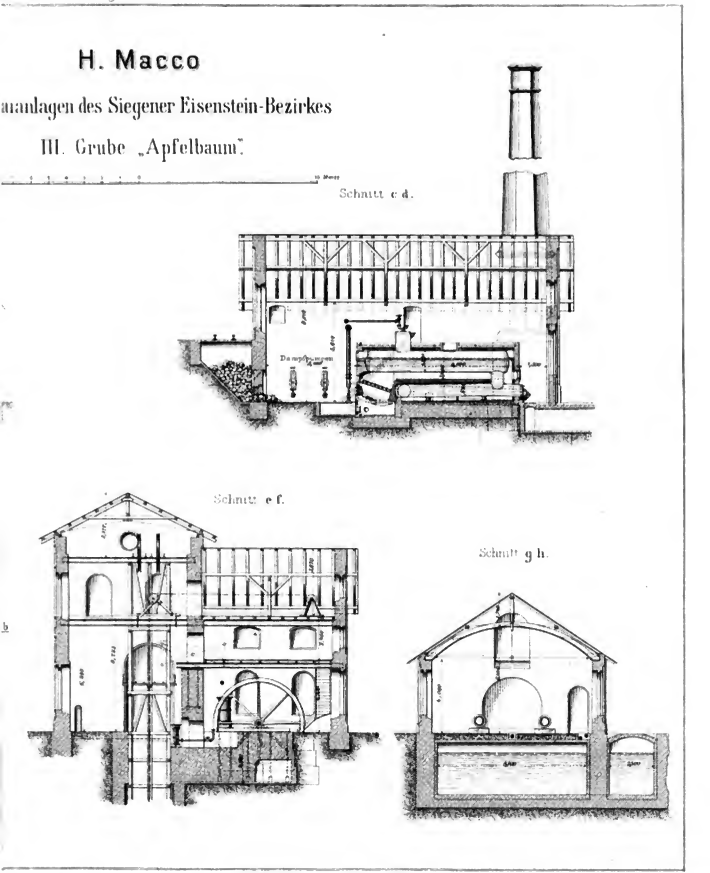
Die vorstehenden Untersuchungen zeigen, dafs, selbst wenn man sich mit dem Verfasser hinsichtlich der schädlichen Circularreibung derjenigen Hypothese zuwendet, aus welcher die ungünstigsten Umfangswiderstände zu folgern sind, sich dennoch mit Frictionsrädern dieselben Güteverhältnisse erzielen lassen, wie mit Zahnrädern, sobald man die Räder nur grofs genug wählt. Diese Bedingung macht die Keilräder freilich nicht für compendiöse Constructionen mit mehrfachen Vorgelegen geeignet, dagegen erscheinen sie sehr empfehlenswerth für Winden mit einfachem Vorgelege und Antrieb durch Elementarkraft, weil sie bei demselben Wirkungsgrade, wie er Zahnrädern eigen ist, den Vortheil eines absolut ruhigen und stofsfreien Ganges gewähren, und die Anwendung, welche diese Getriebe schon seit Jahren in Amerika und England gefunden haben, verdient sicherlich in Deutschland eine gröfsere Beachtung, als ihr bisher im allgemeinen zu Theil geworden ist. Die eintretenden Abnutzungen der Keilflächen werden für den Betrieb erst nach langem Gebrauche störend, wenn die Räder bis auf den Grund der Keilnuten zusammensinken. Alsdann wird ein Abdrehen des Umfanges und ein Nachdrehen der Nuten erforderlich. Die Abnutzung selbst läfst sich durch gute Wartung der Räder bezüglich des Schmierens und durch eine ausreichende Zahl von Keilnuten zur Verminderung des Flächendrucks wesentlich beschränken. Empfehlenswerthe Nutenprofilirungen finden sich in v. Reiche's Maschinenfabrikation.

Eine gewisse Schwierigkeit für die Construction liegt in der Regulirung des Anpressungsdruckes der Achsen. Beschränkt man die Anordnung auf ein einziges Vorgelege, so kann man bei Winden für mäfsige Lasten, wie bereits oben angedeutet, die Anpressung der Achsenlager durch einen Handhebel reguliren und mit dieser Anordnung eine höchst einfache Ein- und Ausrückung des ganzen Getriebes bewirken. In dieser Weise werden von Gebrüder Weismüller in Frankfurt a/M. sehr sorgfältig construirte Fahrstuhlwinden ausgeführt. Sobald man mehrere Vorgelege anwendet, müfste die Anpressung der einzelnen Zwischenwellen durch nachstellbare, federnde und constant wirkende Spannvorrichtungen bewirkt werden, deren Druck ausreichen mufs, um die erforderliche Umfangsreibung für die Maximal-Inanspruchnahme der Getriebe durch die gröfsten Nutzlasten zu sichern. Beim Aufwinden geringerer Lasten würde demnach ein unnöthig grofser Umfangs- und Zapfendruck auftreten und einen übermäfsigen Verschleifs der Maschine herbeiführen. Auch diese Uebelstände sprechen also gegen die Anwendung von mehrfachen Keilrädervorgelegen.

Eine sehr nützliche Verwendung finden die Keilräder ferner zur Vermittelung von intermittirenden Nebenbewegungen bei Krahnen, weil sie durch ihre leichte Ein- und Ausrückbarkeit die Eigenschaften einer Frictionskuppelung und die eines Triebwerks mit Kraftumsetzung in sich vereinigen und alle Bewegungen sanft einleiten. E. Becker in Berlin benutzt derartige Frictionsbetriebe zur Drehbewegung für Dampfkrahne.

Tiefb




H. Macco
anlagen des Siegener Eisenstein-Bezirkes
III. Grube „Apfelbaum"
Schnitt c d.
Dampfpumpen
Schnitt e f.
Schnitt g h.

Tiefbauanlagen des Siegener Eisenstein-Bezirkes.

Von **Heinrich Macco,** Ingenieur in Siegen.

(Hierzu Tafel XV.)

(Fortsetzung und Schlufs von S. 152.)

In Fortsetzung der bisherigen Beschreibungen und als Beispiel des Ueberganges zu vollkommeneren Maschinen beabsichtigte ich nunmehr die über Tage gelegene Tiefbauanlage der Grube Friedrich Wilhelm bei Herdorf zu bringen; da sie aber als maschinell zu wenig Neues bietend vor dem strengen Auge der Redaction keine Gnade gefunden hat, so begnüge ich mit einigen erläuternden Bemerkungen und einer kurzen Beschreibung.

Der Uebergang von den bisher beschriebenen und in ihrer Construction wohl unvortheilhaften Fördermaschinen zu besseren Constructionen bot für den hiesigen Bezirk nicht leicht zu bewältigende Schwierigkeiten. Die verhältnifsmäfsig geringen Fördermassen und die ebenfalls nicht sehr grofsen Teufen machten eine wesentlich vermehrte Seilgeschwindigkeit unnöthig. Die meisten der hiesigen Tiefbauanlagen arbeiteten noch bis zum Schlusse des letzten Decenniums in einer Teufe von 60 bis 120^{m}. Eine gröfsere Seilgeschwindigkeit bedingte also bei den kleinen Teufen ungemein gut construirte und sicher arbeitende Maschinen, grofse Aufmerksamkeit des Personals und bedeutendere, daher kostspieligere Höhe der Förderthürme bezw. Lage der Seilrollen. Die bei der alten Anlage gebräuchliche Seilgeschwindigkeit betrug 0,95 bis 1,25^{m} pro Secunde. Beim Uebergange zu einer Geschwindigkeit von von 3 bis 4^{m} und bei Anwendung grofser Seiltrommeln wurde die Umdrehungszahl derselben eine ungemein kleine, daher bei Anwendung direct auf die Seiltrommelwellen arbeitender Maschinen deren Cylinderdurchmesser bezw. Hub verhältnifsmäfsig grofs. Auf alle Fälle wurde also die Maschinenconstruction eine im Verhältnifs zu ihrer Aufgabe theure, und konnte die Maschine in fast allen Fällen, selbst bei den engsten Grenzen in der Berechnung der Dimensionen, in ihrer Kraftleistung noch viel weniger ausgenutzt werden, als die der bisher beschriebenen zwei Anlagen. Diese der Einführung direct arbeitender Fördermaschinen entgegenstehenden, mehr oder weniger berechtigten Vorurteile wurden zuerst in der Zeit des industriellen Aufschwunges überwunden. Als im Beginne derselben Hr. Dr. Strousberg hier einen gröfseren Grubencomplex kaufte und den einzelnen Gruben ein bisher hier ungeahntes Förderquantum zudictirt wurde, mufsten selbstverständlich dementsprechende Maschinen angeschafft werden. So wurde es mir denn möglich, für die unter der Leitung des intelligenten und leider zu früh verstorbenen Hrn. Dr. Pauly stehenden Gruben im Jahre 1872 die Anschaffung von 4 direct wirkenden Fördermaschinen mit konischen Seiltrommeln zu Stande zu bringen. Entsprechend den ihnen zugemutheten Aufgaben erhielten diese Maschinen 470^{mm} Cylinderdurchmesser bei 900^{mm} Hub; sie waren selbstverständlich Zwillingsmaschinen. Die konischen Seiltrommeln erhielten 2100^{mm} kleinsten und 2700^{mm} gröfsten Durchmesser, bei 800^{mm} Breite. Die Höhe der Seilscheiben über der Hängebank betrug 10^{m}.

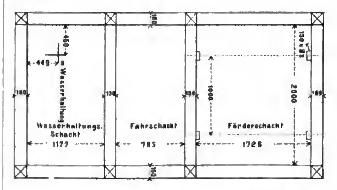
Von diesen 4 Maschinen kamen durch den Wechsel der Zeiten und Verhältnisse nur zwei zur Aufstellung, und da eine dieser beiden ebenfalls bald aufser Betrieb kam, so wurde es schliefslich nur einer dieser Maschinen möglich, ihre Leistung dauernd zu zeigen. Aber auch diese eine noch heute auf der Grube Kohlenbach in Betrieb befindliche Maschine hat nicht annähernd eine ihrer Stärke entsprechende Arbeit zu leisten. Trotzdem hat sie durch die gute Art ihrer Arbeit und den ungemein geringen Dampfverbrauch der allgemeineren Einführung dieser Construction das beste Wort geredet.

Eine der oben erwähnten 4 Fördermaschinen wurde schon vor der vollständigen Fertigstellung von der Grube Friedrich Wilhelm bei Herdorf übernommen. Gemäfs den bescheideneren Ansprüchen an diese Grube wurde der Durchmesser der Dampfcylinder von 470 auf 420^{mm} reducirt, die sonstigen Dimensionen aber beibehalten.

Diese

Tiefbauanlage der Grube Friedrich Wilhelm

bei Herdorf dient nun als ein Beispiel des Abganges von der älteren Construction zu neueren, besseren Maschinen, und zugleich als ein solches einer möglichst sparsam gebauten Anlage. Der Schacht der Grube möge hier im Texte Platz finden.



Die Mitte der Seiltrommeln der Fördermaschine ist 15^{m} entfernt von der Mitte der 2^{m} Durchmesser besitzenden Seilscheiben, in der horizontalen gemessen. Auf dem Wasserhaltungsschacht befindet sich eine direct und doppelt wirkende Wasserhaltungsmaschine von 780^{mm} Durchmesser und 1900^{mm} Hub mit Kataraktsteuerung. Es sind 2 Dampfkessel, einfache Siederohrkessel von je 48,5^{qm} Heizfläche vorhanden, im Kesselhaus ist aber für 3 Kessel Platz gelassen.

Das 10^{m} hohe Fördergerüst ist unabhängig von dem Gebäude in Holz, sämmtliche Gebäude sind in Ziegelfachwerk ausgeführt.

Die der Wasserhaltung dienenden Pumpen sind Drucksätze von 260^{mm} Durchmesser und 1900^{mm} Hub; die Steigeröhren haben einen lichten Durchmesser von 260^{mm}. Das zu hebende Wasserquantum beträgt durchschnittlich 0,25^{cbm} pro Minute oder abgerundet 130 000^{cbm} pro Jahr. Dieses Quantum wurde in der entsprechenden Betriebsperiode auf eine Höhe von 87^{m} gehoben.

Das jährlich zur Zeit auf eine mittlere Höhe von 63^{m} zu hebende Förderquantum betrug an Eisenstein und Bergen rund 35 000 000^{kg}. Nach diesen Zahlen berechnet sich die jährliche effective Leistung

der Wasserhaltungsmaschine auf rund	11 310 000 000^{mkg}
der Fördermaschine	2 205 000 000^{mkg}
oder die Gesammtleistung der beiden Maschinen	13 515 000 000^{mkg}.

Die von den beiden Maschinen verrichtete, durchschnittliche Arbeit betrug 5,7 Pferdekraft effectiv; der jährliche Verbrauch an Kohlen guter Qualität 470 000 kg.

Hiernach berechnet sich der Kohlenverbrauch pro Stunde und effective Pferdekraft auf 9,4 kg. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dafs in Folge fehlerhaften Gusses des Cylinders der Wasserhaltung die Arbeit dieser Maschine eine höchst unvortheilhafte war; nach 7½jähriger Thätigkeit wird der Cylinder heute schon ausgewechselt.

Die Kosten der Anlage betrugen:

Gebäude und Maschinen über Tage rund	140 000 ℳ
Gestänge und Pumpen . . . . . »	20 000 ℳ
so dafs sich die Gesammtkosten der Anlage auf rund	160 000 ℳ

stellen; bei Beurteilung dieser Kosten ist die Zeit des Baues und der Bestellung der Kessel und Maschinen (1873/74) zu berücksichtigen.

Als Fehler hat sich bei der Schachtconstruction herausgestellt, dafs die Führungshölzer entgegen dem sonst hier üblichen Gebrauche sich an den Kopfenden der Förderschächte befinden; beim Entwurfe der Anlage glaubte man damit einen ruhigeren Gang der Förderschalen zu erzielen. Wenn dies auch erreicht wurde, so stellte sich andererseits eine ungemein schwere Construction der Förderkörbe infolge dessen heraus. Alle haltenden Theile sowie die Axen der Fangvorrichtungen u. s. w. mufsten, anstatt quer, in die Länge des Schachtes gelegt werden und vermehrten dadurch das todte Gewicht ungemein. Auch die Uebelstände, welche beim Durchfahren der verschiedenen Sohlen sich in der nothwendigen Ein- und Ausschaltung kurzer Leithölzer zeigten, waren unterschätzt worden. Bei Anwendung von zwei Wagen neben einander auf einer Förderschale fallen diese Uebel natürlich aus.

Die Tiefbauanlage der Grube Apfelbaum.

Diese Anlage, welche auf Taf. XV wiedergegeben ist, wurde in den Jahren 1880/81 zur Ausführung gebracht.

Als Aufgabe der Anlage wurde angenommen:

1. Eine Förderung von monatlich 300 Waggonladungen Eisenstein à 5000 kg, d. i. bei 25 Arbeitstagen im Monat eine tägliche Leistung von 60 000 kg Eisenstein. Dieses Quantum sollte in einer effectiven Arbeitszeit von 6 Stunden täglich gefördert werden, und zwar aus einer Maximaltiefe von 75 Lachter = ca. 150 m unter dem tiefsten Stolln bis zur Hängebanksohle der Maschinenanlage von 74,34 m über dem tiefsten Stolln, also zusammen auf rot. 225 m Höhe. Die Förderung des Eisensteins im Schachte direct zu Tage wurde der Stollnförderung vorgezogen, da dieselbe billiger wird und die Anordnung einer Wäsche, von Röstöfen etc. am Schachtpunkte leicht in bequemer Disposition zur Ausführung gebracht werden kann. Die Verbindung vom Schachtpunkte bis zu der etwa 1,5 km entfernten Eisenbahnstation wird eventuell durch eine Drahtseilbahn leicht herzustellen sein; dieselbe würde, da genügend Gefälle vorhanden ist, ohne eine besondere Betriebskraft laufen können.

2. Die Wasserhaltung sollte aus der gröfsten Teufe von etwa 150 m unter Stollnsohle ein Wasserquantum von 0,75 cbm bequem auf diese Sohle heben und aufserdem mittelst eines kleinen, auf dieser Sohle stehenden Drucksatzes das für die Dampfkessel erforderliche Speisewasser bis zur Anlage über Tage drücken. Zum Abteufen des Schachtes sollte ein Sangsatz (Kolbenhebepumpe), dagegen auf der ersten Tiefbausohle, 60 m unter dem Stolln, ein Drucksatz aufgestellt werden.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich, wurde für die Förderung eine direct wirkende Zwillings-Fördermaschine mit konischen Seilkörben angelegt. Neben der obigen Aufgabe wurden der Berechnung derselben folgende Annahmen zu Grunde gelegt:

Nettolast einer Einzelförderung . .	600 kg
Gewicht des Förderwagens	300 kg
» der Förderschale	700 kg
Durchm. des Gufsstahl-Förderseiles .	23 mm
Gewicht » » »	1,5 kg pr. Met.

Hiernach erhielten die konischen Seilkörbe:

einen gröfsten Durchmesser von .	2500 mm
» kleinsten » » .	2000 »
eine lichte Breite von	750 » .

Bei Annahme einer Dampfspannung von 4½ bis 5 atm in den Kesseln wurde den beiden Cylindern der Fördermaschine ein lichter Durchmesser von 375 mm bei 940 mm Hub gegeben.

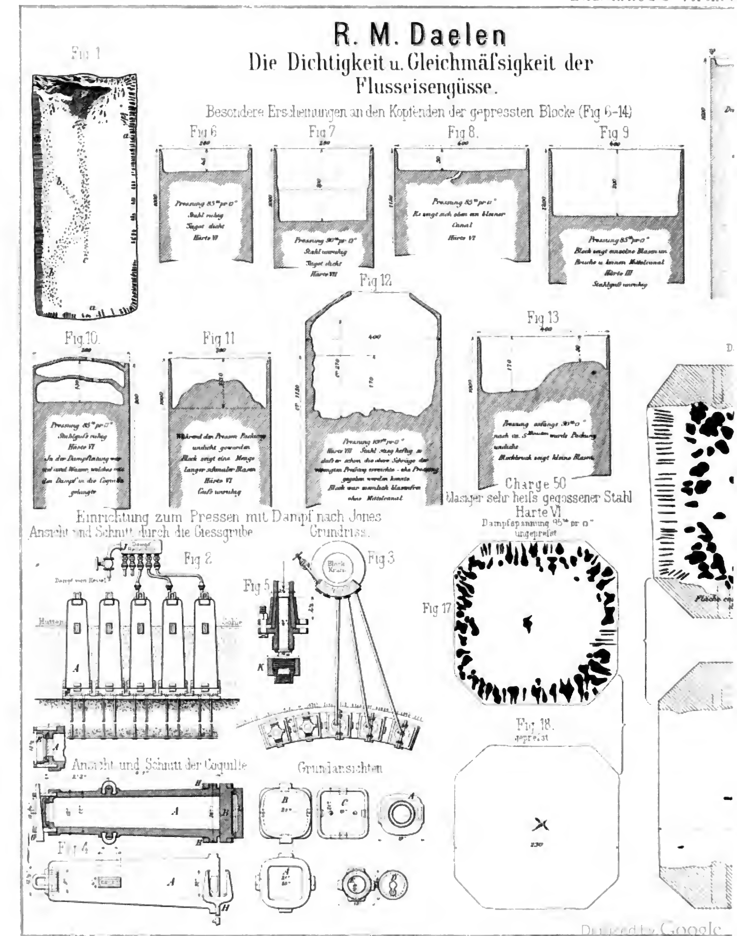
Die Seiltrommeln sind aus Schmiedeisen construirt und eine gegen die andere verstellbar; auf der Welle derselben sitzt eine Bremse, welche sowohl durch Tritthebel, als auch mittelst eines besonderen kleinen Dampfcylinders, wie üblich, eine sichere Feststellung der Maschine ermöglicht. Für die Wasserhaltung wurde eine eincylindrige Maschine mit Balancier, mit Rotation und Hubpausen nach Kley's System arbeitend, gewählt, eine der ersten dieser Art im hiesigen Bergbaubezirke. Dieselbe erhielt 600 mm Cylinder-Durchmesser, 1200 mm Hub, wurde mit Condensation versehen und soll bei 12 Touren das Maximalquantum heben; ausdrücklich wurde aber bei 15 Touren pro Minute noch eine gute Arbeit und sicherer solider Gang garantirt. Auf der ersten Tiefbausohle soll ein Drucksatz von 260 mm Durchmesser aufgestellt werden, mit Steigrohren von 240 mm lichter Weite. Das Rundeisengestänge von 75 mm Durchmesser ist aus Tiegelgufsstahl mit zweitheiligen Stahlkupplungen hergestellt, mit verstärkten Enden und Stellkeilen in den Kupplungen.

Die zwei Dampfkessel, auf 6 atm concessionirt, haben je 43 qm Heizfläche und bestehen jeder aus einem Oberkessel mit 2 Siederöhren darunter.

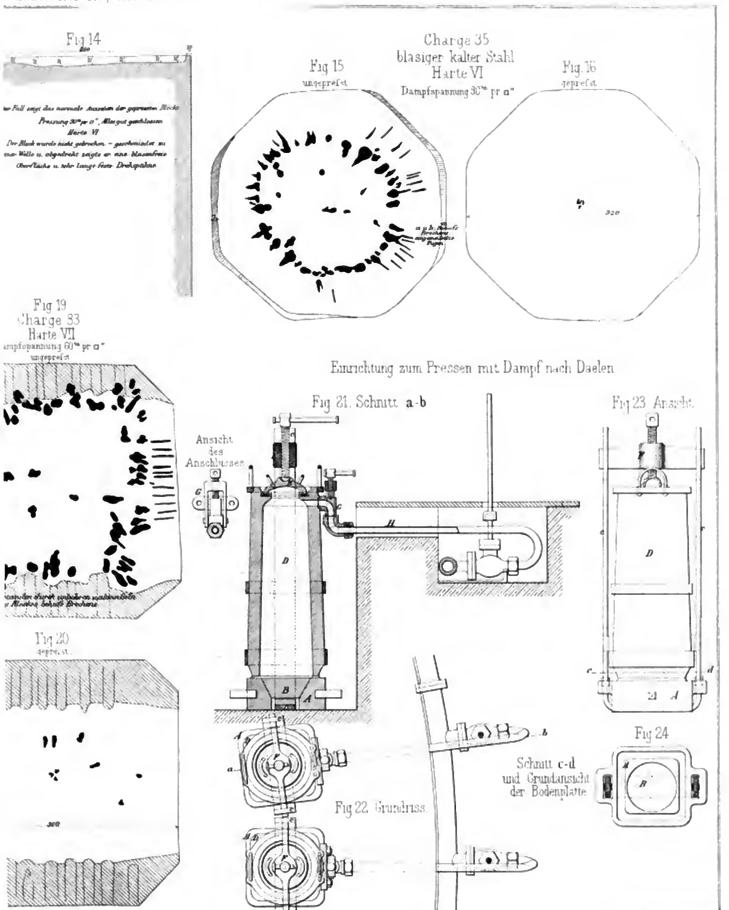
Die Feuerungen derselben sind Haupt'sche Gasfeuerungen mit Unterwindgebläse und besonders zur Verbrennung von geringwerthigem Brennmaterial, von Grus- und Schlammkohlen geeignet. Obgleich für diese Feuerung der Schornstein nur ganz geringe Höhe zu haben braucht, ist er doch, um für alle Fälle gesichert zu sein, in einer Höhe von 24 m ausgeführt. Seitens der Lieferanten der Gasfeuerung wurde garantirt, dafs die Kessel eine Dampfproduction von 13 bis 14 k Dampf pro Quadratmeter und Stunde mit 8facher Verdampfung bei regelmäfsigem Betrieb erzeugen sollten, sowie dafs die Feuerung in maximo 25 k Dampf pro Quadratmeter Heizfläche und Stunde liefern könne.

Die Kohlen für die vorliegende Anlage werden zur Zeit noch im Stolln bis zum Schacht gefahren, in demselben gehoben und oben in die vor dem Kesselhause liegenden Kohlentrichter entleert; später würden sie eventuell als Rückfracht vom Bahnhof nach der Anlage mit der Seilbahn zu transportiren sein.

Zum Heben der schweren Theile im Schacht und an der Wasserhaltungsmaschine ist über der letzteren ein kräftiges Kabel angebracht; das Seil desselben wird über eine Leitrolle geführt, die in einem auf den oberen schmiedeisernen Trägern verstellbaren Lagerbocke liegt; die Verstellbarkeit des letzteren macht die Construction und die Benutzung desselben etwas schwerfällig.



Kgl Hof-Lith v Hermann


Fig 14
Charge 35
blasiger kalter Stahl
Härte VI
Dampfspannung 30[at] pr □"
Fig 15
ungepreſst
Fig. 16
gepreſst
Fig 19
Charge 83
Härte VII
ungepreſst
Fig 20
gepreſst
Einrichtung zum Pressen mit Dampf nach Daelen
Fig 21. Schnitt a-b
Ansicht des Anschlusses
Fig 23 Ansicht
Fig 22 Grundriss
Fig 24
Schnitt c-d und Grundansicht der Bodenplatte

Die Gebäude der Anlage sind sämmtlich in Bruchsteinmauerwerk ausgeführt, der sich in guter Beschaffenheit und günstig gelegen nahe bei der Anlage vorfand. Die Seilscheiben von 2m Durchm. ruhen in einer Höhe von 10m über der Hängebank auf schmiedeisernen Trägern; über der eigentlichen Hängebank ist in einer Höhe von 2,695m über derselben eine zweite Ausfahrtbühne angebracht, um diese Höhe zum Absturze der Berge in die etwas höher, aber nahe liegenden alten Pingenzüge zu gewinnen. Das über dem Schachte befindliche Führungsgerüst für die Leithölzer hätte etwas leichter hergestellt werden können.

Die Träger für das Dach des Fördermaschinenhauses sind als Rundkogen aus Bohlenstücken auf einander genagelt und die Bögen mit abgehobelten, an den Kanten abgezogenen Borden verschalt. Der Raum erhält dadurch eine freie, angenehme Form; im vorliegenden Falle hätte aber das Dach im Verhältnifs zur Weite des Raumes etwas höher gelegt werden können. Im Boden des Maschinenhauses befindet sich ein und neben demselben am Schornsteine noch ein zweites Wasserbassin zur Aufnahme des Speisewassers aus einer in der Nähe aufgeschlossenen Quelle, sowie des als Reserve dienenden Speisewassers, welches der kleine Drucksatz von der Stollnsohle hebt. Die im Kesselhause stehenden zwei Dampfspeisepumpen entnehmen das Wasser aus diesen Bassins.

Die Kosten der Anlage haben betragen:

Gebäude über Tage ohne Fundamente, aber einschliefslich des Schornsteins aus Formsteinen. . . . . rund 21 000 ℳ,
Die Maschinen, Kessel, Kabel, Dampfpumpen, Rohrleitungen, Vorwärmer und Seile über Tage (also ausschliefslich der Pumpen, Gestänge und Röhren im Schacht) . . . . » 54 000 ».

Auch bei dieser Anlage hat sich die Erfahrungszahl der Anlagekosten von 1500 ℳ pro Meter Teufe bei mittleren Tiefbauanlagen des Siegerlandes von 100 bis 150 Meter Teufe, einschliefslich der Kosten des Schachtes, der Pumpen und Gestänge, als ein Preisansatz bewährt, mit dem alle zugehörigen Kosten bei jetzigen Material- und Lohnpreisen reichlich gedeckt werden können.

Betriebsresultate sind zur Zeit noch nicht anzugeben, da der Zeitraum seit der Eröffnung des Betriebes ein so kleiner ist, dafs dieselben noch nicht mafsgebend sein können; doch hat die Wasserhaltungsmaschine unter den wechselndsten Wasserzuflüssen und mit geringem Kohlenverbrauche bisher zum Abteufen gute Dienste geleistet. Genaue Angaben des Betriebes gedenke ich folgen zu lassen, sobald derselbe ein regelmäfsiger geworden ist.

Eisenhüttenkunde.

Ueber die Dichtigkeit und Gleichmäfsigkeit der Flufseisengüsse.[1])

Von R. M. Daelen in Düsseldorf.

(Hierzu Tafel XVI.)

Die Verwendung von Flufseisen und Flufsstahl zu Fabrikaten aller Art würde unzweifelhaft eine noch bedeutend gesteigerte Zunahme erfahren, wenn diese Eisensorten eine gröfsere Sicherheit gegen Brechen und Zerspringen böten; diese wird bis jetzt noch durch eine denselben anhaftende Eigenschaft beeinträchtigt, welche gegenüber dem durch den Frischprocefs, also durch Schweifsung der einzelnen Moleküle erzeugten Eisen als »Sprödigkeit« bezeichnet werden mufs, und die sich nur so erklären läfst, dafs eine Aufhebung der Adhäsion nur weniger Moleküle eines daraus bestehenden Körpers eine Fortpflanzung der Trennung derselben durch die ganze Masse bewirken kann, ohne dafs in dieser überall die Bedingungen zur Ueberschreitung der Bruchfestigkeitsgrenze in Folge äufserer Einwirkung vorhanden sind. Das Schweifseisen ist hiergegen dadurch mehr geschützt, dafs die durch Verbindung der Moleküle entstandenen einzelnen Partikel nur durch Schweifsung, also nicht so innig aneinander haften, so dafs jede aus diesen durch Streckung gebildete Faser für sich, in Folge von Ueberschreitung der Bruchfestigkeitsgrenze, brechen mufs, um einen Bruch der ganzen Masse zu bewirken. Hierdurch entsteht die Eigenschaft, welche wir mit »Zähigkeit« bezeichnen, und die namentlich das sehnige Schweifseisen in höherem Mafse besitzt, als das Flufseisen, trotzdem seine absolute Festigkeit und seine Dehnungsfähigkeit geringer sein kann. Diese Eigenschaft läfst sich nicht, wie die letzteren, in bestimmten Zahlenwerthen ausdrücken, sondern kann nur durch ihre Gegenwirkung gegen die verschiedenen schädlichen Einflüsse charakterisirt werden und äufsert sich, wie gesagt, dadurch, dafs bei ungleicher Inanspruchnahme eines Körpers ein Theil brechen oder zerreifsen kann, ohne dafs die Trennung der einzelnen Moleküle sich auch auf denjenigen Theil verpflanzt, der noch nicht bis zur Ueberschreitung der Bruchgrenze in Anspruch genommen ist.

Unter den hier angezogenen »schädlichen Einflüssen« sind im wesentlichen die durch die Fabrikation entstehenden und wenigstens bis jetzt nicht mit absoluter Sicherheit vermeidbaren inneren Mängel, wie Undichtigkeit, Ungleichmäfsigkeit und Spannungen im Material zu verstehen, während auch die äufseren, durch die Bearbeitung bedingten Bruchursachen, z. B. nach innen springende, scharfe Ecken, Feilstriche u. s. w. die Beachtung sowohl der Producenten als der Consumenten erheischen, der ersteren vorwiegend, um sie durch geeignete Mittel auf ein Minimum zu reduciren, der letzteren, um zu erkennen, wie weit durch dieselben die Verwendbarkeit eines Materials beschränkt wird.

Läfst sich einerseits die oben bezeichnete Eigenschaft der Sprödigkeit für das Flufsmaterial nicht mehr ableugnen, haftet dieselbe der Natur desselben an und sind, nach den vorliegenden Erfahrungen, keine Aussichten für eine vollkommene Beseitigung derselben vorhanden, so ist andererseits dessen Werth für vielerlei Verwendung infolge der gröfseren Festigkeit und namentlich der bedeutend gröfseren Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung ein ungleich höherer, als der des Schweifsmaterials.

Bei der Betrachtung derjenigen Mittel und ihrer Erfolge, welche zur Beseitigung der Fabrikationsmängel dienen, und bei Benutzung der einschlägigen Literatur giebt zunächst eine Darstellung Chernoff's in Petersburg ein klares Bild der verschiedenen, in den Flufseisen und Stahlgüssen vorkommenden Undichtigkeiten oder Hohlräume, s. Taf. XVI Fig. 1; die dicht unter der von der Coquille berührten Oberfläche befindliche, meistens gröfste Serie von Blasen *a* entsteht bei der Erstarrung der äufseren Kruste, und einzelne Blasen stehen in Verbindung mit der äufseren Atmosphäre. Die ferner im Innern vertheilten Blasen entstehen während der fortschreitenden Erkaltung, haben eine birnenförmige, mit der Spitze nach aufsen gekehrte Gestalt und bilden die Serie *b*, während die das sog. Lunkern bezeichnenden Hohlräume *c* in der Mitte des Gusses liegen und von oben nach unten abnehmen. *a* und *b* entstehen durch die Ausscheidung der im flüssigen Metall aufgelösten Blasen *c* infolge der Verdichtung des Eisens beim Uebergang in den festen Aggregatzustand. Hierüber, sowie über den Inhalt dieser Hohlräume haben die vortrefflichen Untersuchungen des Dr. Müller, Brandenburg, vollkommene Klarkeit und damit den vielen, vorher über diesen Gegenstand aufgestellten Hypothesen einen Abschlufs gegeben.[1]) Die wichtigsten Ergebnisse derselben sowie daran geknüpfte Ausführungen sind durch die nachfolgenden Arbeiten anderer Metallurgen bestätigt worden, wie eine sorgfältige Zusammenstellung derselben im Engineering vom 4. und 25. März 1881 ergiebt. Es ist dadurch nachgewiesen, dafs Wasserstoff den Hauptbestandtheil der durch das flüssige Metall aufgelösten

[1]) Siehe Zeitschr. 1881, S. 518.

[1]) Siehe Jahrg. 1879, Novemberheft d. Zeitschr. S. 493.

Gase bildet, während Stickstoff in verschiedener Menge vorkommt, und Kohlenoxyd sowie Kohlensäure meistens nur in verschwindendem Maſse vorhanden sind.

Nach dem Engineer sind die Wege zur Beseitigung der durch die Gasausscheidung entstehenden Hohlräume *a* und *b* vornehmlich auf »chemischem Gebiete« zu suchen, und es werden die von Dr. Müller als in den Stahlwerken des Bochumer Vereins und von Hösch-Dortmund in Ausführung beschriebene »Bewegungs- (Removal-) Methode«, nach welcher durch die Spiegeleisenreaction am Ende des Bessemerprocesses die vorher bereits aufgelösten Gase zum groſsen Theile durch das entstehende Kohlenoxyd mitgerissen werden, sowie das von Terre-Noire angegebene Verfahren des Zusatzes von Silicium (auſser Mangan) als diejenigen Mittel bezeichnet, welche am meisten Aussicht auf Erfolg bieten.[1])

Die erstere besteht nun wesentlich in einer genauen Beobachtung des Ganges der Charge, sowohl in der Birne als im Flammofen, und namentlich in der Bestimmung und Begrenzung der Temperatur, so daſs am Ende der Operation derjenige Zustand eintritt, den man beim Tiegelschmelzen mit »gar« bezeichnet. Der Zusatz des Spiegeleisens bringt dann stets eine sofort eintretende, heftige Gasentwickelung hervor, und das so erzielte Fabrikat besitzt jede, seiner chemischen Zusammensetzung entsprechende Eigenschaft in vollstem Maſse; dies ist eine längst bekannte Thatsache. Es ist wohl annehmbar, daſs das sich hierbei bildende Kohlenoxyd eine groſse Menge der im Bade aufgelösten Gase, Wasserstoff und Stickstoff, mechanisch mitreiſst, wie Dr. Müller voraussetzt, aber es ist auch nicht ausgeschlossen, daſs das so erzielte Product in viel höherem Maſse die Eigenschaft besitzt, die Gase in Lösung zu erhalten, als das bei niederer Temperatur entstandene, so daſs dieselben auch nach der Erstarrung in demselben verbleiben, ohne Blasenräume zu bilden. Nach den vorliegenden Untersuchungen enthält das Eisen stets einen gröſseren oder geringeren Theil der Gase in diesem Zustande, ohne daſs bis jetzt ein Einfluſs derselben auf die physikalischen Eigenschaften nachgewiesen wäre.[2])

Die Behauptung Pourcel's und Gautier's, daſs auch andere Körper, wie Mangan und Silicium[3]), welche dem Bade zugesetzt werden, um dasselbe zunächst durch chemische Verbindung von Sauerstoff zu befreien, auf die Beseitigung der in freier Lösung befindlichen Gase wirken könnten, trotzdem durch ihre chemische Reaction keine Gase entstehen, wird von Dr. Müller bekämpft. Es würde auch unzweifelhaft nicht richtig sein, zu letzterem Zwecke mehr von diesen Körpern zuzusetzen, als dem Gehalte des Bades an Sauerstoff entspricht, da man doch nur aus dem Grunde das Spiegeleisen durch Ferromangan oder Ferrosilicium ersetzt, um die Einführung eines härtenden Körpers, des Kohlenstoffs, zu vermeiden, wenn nämlich die weichsten Qualitäten erzielt werden sollen; ein Ueberschuſs von Mangan oder Silicium würde aber wieder denselben unerwünschten Erfolg der Härtung haben. Wenn aber die Anwendung von Spiegeleisen zur Herstellung dieser Qualitäten thatsächlich ausgeschlossen ist, so fällt für diese auch das Mittel der Bewegungsmethode zur Beseitigung der in Lösung befindlichen Gase fort.

Gegen das »Lunkern«, eine nur auf physikalischen Ursachen beruhende Erscheinung, sind natürlich chemische Mittel niemals in Vorschlag gebracht worden; dasselbe kann nur dadurch vollkommen beseitigt werden, daſs ein sogenannter verlorener Kopf aufgegossen wird, dessen Inhalt, wie bei der Herstellung schwerer Stücke aus Guſseisen, durch Nachfüllen und Pumpen so lange flüssig erhalten wird, bis das Innere des eigentlichen Blockes oder Formstückes vollkommen erstarrt ist, ein Nachsaugen also nicht mehr stattfindet. Wird der Block in einer Coquille gegossen, so dient zur Aufnahme des verlorenen Kopfes ein aus feuerfester Formmasse gebildeter Aufsatz, der in einigen Werken von auſsen durch Gebläsefeuer erhitzt wird[4]); diese ganze Vorrichtung kann nur für die Fabrikation sehr schwerer Stücke in Betracht kommen.

[1]) Siehe Wochenschrift 1877, S. 252; Zeitschr. 1878, S. 159.

[2]) Nach Parry soll flüssiges Eisen das 50fache seines eigenen Volumens an Gas aufnehmen können; die Aufnahmefähigkeit des festen Eisens ist noch nicht bestimmt worden.

[3]) Man hat versuchsweise in einem deutschen Werke auch metallisches Magnesium mit gutem Erfolge angewendet.

[4]) Siehe Wochenschr. 1881, S. 19.

Aus der bisherigen Betrachtung ergiebt sich, daſs die auf chemischem Gebiete zu suchenden Mittel zur Beseitigung der Hohlräume noch nicht entdeckt worden sind, und dürfte daher doch den mechanischen wieder mehr Aufmerksamkeit zuzuwenden sein, als dieses in letzterer Zeit geschehen ist.

Wenn es richtig ist, daſs die im Eisen auch nach der Erstarrung in Lösung bleibenden Gase keinen schädlichen Einfluſs auf die Festigkeit und Zähigkeit ausüben, so ist es ohne Zweifel auch richtig, den Austritt der Gase aus der Lösung beim Erstarren durch eine äuſsere Einwirkung zu verhindern, und dies geschieht durch die Ausübung eines Druckes auf das flüssige Metall.

Die hierfür in Vorschlag und Ausführung gebrachten Mittel dürfen in der Hauptsache als bekannt vorausgesetzt werden; dieselben beruhen z. Th. auf der Einwirkung eines hydraulisch bewegten Kolbens auf die Oberfläche des Blockes, z. Th. auf der directen Zuführung von hoch gepreſsten Flüssigkeiten, Dämpfen oder Gasen in die verschlossene Coquille. Unter den letzteren hat die Anwendung des Wasserdampfes die gröſste Verbreitung gefunden; daſs diese aber immer noch eine höchst beschränkte ist, liegt angeblich in der Umständlichkeit des Verfahrens, und diese hat zum groſsen Theile noch ihren Grund in der mangelhaften Einrichtung.

Bekanntlich hat der Amerikaner H. R. Jones, Director der Edgar Thomson Steel Works, Pittsburg, zuerst über die praktische Ausführung des Verfahrens Mittheilungen gemacht, und geben wir zum Zwecke des Vergleiches nachstehend die Beschreibung der in Fig. 2 bis 5, Tafel XVI, dargestellten Einrichtung, wie solche nach den Angaben von Jones in den Eston Steel Works in England ausgeführt wurde.

Die Einrichtung der Coquillen und die Anordnung der Dampfleitungen erhellt aus der Zeichnung. Während des Gieſsens aus der Stahlpfanne wird ein Trichter *E* auf die Coquille *A* gesetzt, dessen Form wohl noch zu ändern sein dürfte und der nach dem Füllen durch den Deckel *D* ersetzt wird. Dieser ist durchbohrt und trägt die Kuppelmuffe *K* (Fig. 5) für den Anschluſs des als Dampfleitung dienenden Gummischlauches. Das obere Ende der Coquille *A* und der übergreifende Theil des Deckels *D* sind abgedreht, so daſs ein Ventilverschluſs entsteht, während der Keil *G* zum Anpressen dient.

Die Böden *B* der Coquillen liegen auf fest fundirten Platten *C* und bilden 2 Gabeln *H* die Verbindungsstücke der ersteren mit je einer Coquille *A*, welche Form gewählt ist, um das Ablösen derselben nach dem Ausheben der gefüllten Coquille aus der Grube zu erleichtern.

Das Dampfreservoir *J* steht mit einem Kessel von 1^m Durchmesser und 3^m Höhe in Verbindung und trägt 5 Hähne mit Anschlüssen für die Gummischläuche, so daſs nach dem Füllen und Pressen von 5 Coquillen die sechste wieder mit dem ersten in Verbindung gebracht wird.

Die Dampfspannung beträgt 15.5^{kg} pro Quadratcentimeter und die Verminderung des Volumens der Stahlblöcke hierbei durchschnittlich 2 bis $2^1/_2$ pCt.; da aber einzelne trotzdem noch kleine Hohlräume im Innern zeigten, so soll die Pressung auf 20^{kg} pro Quadratcentimeter erhöht werden und ist nach den bisherigen Resultaten zu erwarten, daſs alsdann eine absolute Dichtigkeit des Stahls erzielt werden wird.

Es ist hieraus ersichtlich, daſs die Einrichtungen für den Verschluſs der Coquillen sowie für den Anschluſs des Dampfes noch nicht so vollkommen sind, wie es für das hier erforderliche exacte und rasche Arbeiten nothwendig und mit den heutigen Mitteln auch wohl zu erreichen ist.

Nach Jones hat unseres Wissens zunächst F. Moro, Oberingenieur des Stahlwerkes in Kladno, Böhmen, das Verfahren des Stahlpressens mit Dampf ausgeführt und zwar mit von ersterem unabhängigen Einrichtungen. In seiner Beschreibung im Januarheft der Zeitschrift des berg- u. hüttenm. Vereines für Steiermark und Kärnthen hat derselbe seine Erfahrungen ausgesprochen und namentlich auch seine Ansicht, daſs das Pressen nicht ein Austreiben der Gase, wie Jones meint, sondern ein Zurückhalten derselben in Lösung bewirkt, mit vollkommenem Erfolge vertheidigt. In Kladno werden die für Schmiedestücke, Achsen und dergl. bestimmten Blöcke stets

geprefst, und sind die damit erzielten Erfolge aus den Darstellungen in Fig. 6 bis 20 ersichtlich, woraus sich ergiebt, dafs die Verdichtung unter Umständen bis zu über 20 pCt. des ursprünglichen Volumens betragen kann, was auch mit den Angaben über die in Pittsburg erzielten Resultate übereinstimmt. (Siehe Iron, 24. Dec. 1880.)

Wenn der Dampfdruck möglichst schnell nach der Füllung und mit genügender Pressung aufgegeben wird, so verschwinden nicht nur die Blasen *a* und *b*, sondern auch die Hohlräume des Lunkerns *c* werden fast bis zur vollkommenen Unschädlichkeit vermindert. Da die Dampfspannung bei gut mit Schmiedeisen armirten Coquillen ohne Gefahr auf 20 Atmosphären erhöht werden kann (während hier nur bis zu $6^1/_2$ Atmosphären in Anwendung gekommen sind), so würde der Erfolg dem entsprechend erhöht werden können.

Den Anschlufs der Dampfleitung hat Moro stets unmittelbar an der Coquille und nicht am Deckel angebracht, so dafs derselbe vermittelst Eisenrohres sofort nach Aufstellung derselben fertig gestellt werden kann und die dem Verschleifse ausgesetzten Gummischläuche fortfallen. Da indessen immer noch gegen die Einrichtung der Einwurf gemacht wird, dafs die Handhabung zu zeitraubend sei, so hat Verfasser in Uebereinstimmung mit Hrn. Moro die in Fig. 21 bis 24 dargestellte Anlage zum Pressen des Stahls entworfen, in welcher alle Anforderungen, auch für eine Massenfabrikation, möglichst berücksichtigt sind.

Die Bodenplatte *A* mit der auswechselbaren Einlage *B* wird von dem Band *c* aus Schmiedeisen umfafst, welches sowohl als Führung für die Coquille *D* beim Einsetzen, als zur Befestigung des Deckels *E* vermittelst der Traverse und Schraube *F* dient, so dafs Boden und Deckel dadurch gleichzeitig gehalten werden. Der Deckel ruht auf einer Dichtung von Asbestmasse, welche, in einer Fuge liegend, nur selten ausgewechselt wird. Der Dampfverschlufs *G* besteht aus zwei Metallkrümmern, welche vermittelst eines Ventilsitzes auf einander dichten und durch einen Ueberwurfbügel mit Schraube zusammengehalten werden. Geringe Abweichungen in der Stellung der Coquille können durch das biegsame Kupferrohr *H* ausgeglichen werden. Dafs durch die Anwendung des Verfahrens vermittelst dieser Einrichtung eine nennenswerthe Vermehrung der Arbeit nicht entstehen kann, ist einleuchtend, und würde auch kein Zeitverlust damit verknüpft sein, wenn es zur Erzielung eines möglichst grofsen Erfolges nicht erforderlich wäre, den Dampfdruck 10 bis 15 Minuten lang in Wirkung zu belassen. Hierin liegt ein Hindernifs für die allgemeine Einführung, welches nicht beseitigt werden kann und infolge dessen die Anwendung des Verfahrens voraussichtlich stets auf grofse Blöcke zu Schmiedestücken und solche Qualitäten beschränkt bleiben wird, welche durch die in der Leitung des Schmelzprocesses liegenden Umstände nicht blasenfrei herzustellen sind.

Das Verfahren, den flüssigen Stahl zu pressen, von C. W. Siemens in London beruht nach dem Patente No. 12 037 darauf, Wasser in die geschlossene, mit einem Sicherheitsventil versehene Coquille zu leiten, durch dessen Verdampfung der Druck auf der Oberfläche des Blockes erzeugt wird. Ueber die hiermit erzielten Erfahrungen ist bis heute nichts Näheres bekannt geworden. (S. Heft 12, Jahrg. 1881 d. Zeitschr.)

Einen ferneren Beitrag zur Lösung der Aufgabe des Stahlpressens liefert das Patent No. 17 056 von Friedrich Alfred Krupp in Essen (s. Wochenschr. 1882. No. 10), nach welchem nicht Wasser, sondern eine bei niedrigerer Temperatur verdampfende Substanz, z. B. Kohlensäure, in einem Behälter aufserhalb der Coquille zur Erzeugung des Druckes erhitzt wird.

Nach der Patentbeschreibung zu urteilen, ist die Regulirung der Spannung auf diese Weise leichter auszuführen, als bei der Dampferzeugung, bei welcher zu dem vorliegenden Zwecke 20 bis 25^{atm} noch nicht überschritten worden sind, während die verdampfende Kohlensäure bis 800^{atm} ergeben soll.

Nach den Erfahrungen Moro's genügt für gewöhnlich ein Druck bis zu 20^{atm}, um das Austreten der im flüssigen Stahl aufgelösten Gase zu verhüten, und wenn die von Dr. Müller nach den Bohrversuchen an festem Stahle gemachten Erhebungen, wonach das Gas in diesem eine Spannung von 8^{atm} hat, einen Rückschlufs gestatten, so würde hierin eine Bestätigung der Ansicht Moro's zu erblicken sein. Jedenfalls sind über die erforderliche Höhe der Spannung bestimmte Angaben noch nicht vorhanden und wird diese wesentlich davon abhängen, dafs die Oberfläche des Blockes womöglich nicht früher erstarrt, als das Innere. Durch die Umhüllung des oberen Endes des Blockes mit schlechten Wärmeleitern ist diesem Umstande in dem Krupp'schen Verfahren Rechnung getragen, während die directe Wasserzuleitung nach Siemens eine bedeutende Wärmeentziehung bedingt und die dadurch bewirkte Erstarrung einen entsprechend höheren Druck erfordert, um durch die Kruste hindurch auf das Innere zu wirken.

Bei dem älteren Verfahren der directen Wirkung eines durch Hydraulik bewegten Kolbens auf die Oberfläche des Blockes lag das Haupthindernifs darin, dafs die Kruste auch der verticalen Wandung zusammengedrückt werden mufste, und erforderte dies einen sehr hohen Druck; wenn also in dem Ersatze des Metallkolbens durch gespannte Gase ein erheblicher Vorzug enthalten sein soll, so müfsten dieselben ohne Zweifel so heifs als möglich zugeleitet werden. Verfasser dieses hat mehrfach Versuche angestellt, die Pressung durch Zuleitung von flüssigem Stahl unter hohem Druck in das Innere des Blockes zu erhalten, die auch günstige Resultate ergaben, weil das Zusammendrücken der äufseren Kruste hierbei fortfiel. Um aber das zuzuleitende Metall lange genug flüssig zu erhalten, mufste der dasselbe enthaltende Behälter oder Coquillenaufsatz mit feuerfestem Material gefüttert sein, und es ergab sich, dafs dieses nach jeder Pressung mit Stahl vollkommen imprägnirt war, so dafs das Abtrennen vom Blocke und auch der Metallverlust nicht unerhebliche Kosten verursachte.

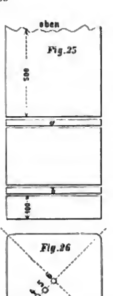
Eine wesentliche Verbesserung ist die in dem Krupp'schen Patente angegebene Verdichtung der Coquillenverschlüsse durch Metallmanschetten, da diese höchst dauerhaft sind und sowohl das Schliefsen, wie das Oeffnen ohne Zeitverlust bewirken lassen.

Wenden wir uns jetzt zu der Eigenschaft der Gleichmäfsigkeit in dem Gehalte an chemischen Elementen des Flufseisens oder Stahls, welche auf das Verhalten desselben im kalten Zustande einen grofsen Einflufs hat, so war es längst bekannt, dafs Probestücke, aus verschiedenen Theilen eines Blockes oder von verschiedenen, aus einem Pfanneninhalte gegossenen Blöcken entnommen, bei den Untersuchungen auf Festigkeit abweichende Resultate ergaben. Bei rohen Güssen wurde die Ursache in der nach oben abnehmenden Dichtigkeit, bei geschmiedeten oder gewalzten in einer Verschiedenheit der Verdichtung erblickt, und sind diese Einflüsse unzweifelhaft auch vorhanden.

In der Sitzung des Iron and Steel Institute vom 6. Mai 1881 in London machte der englische Chemiker Stubbs darauf aufmerksam, dafs der Stahl bezüglich des Gehaltes an verschiedenen der Elemente Kohlenstoff, Mangan, Schwefel, Phosphor und Silicium die Bezeichnung »Homogen« nicht unter allen Umständen rechtfertige. Stubbs hatte durch Analysen von Bohrspähnen von einem sehr schweren Stahlblocke einen gröfseren Gehalt an Kohlenstoff, Schwefel und Phosphor gefunden, als solcher in dem zur Herstellung verwendeten Roheisen nachzuweisen war. Zahlreiche fernere Untersuchungen ergaben dann zur Gewifsheit, dafs die Vertheilung der Elemente im Innern eines Blockes sehr verschieden ist, und zwar nimmt der Gehalt an diesen nach der Mitte und nach oben zu, so dafs es den Anschein hat, dafs ein Wandern derselben während des Erstarrens und des Erkaltens stattfinde.

In der Discussion wurde die Richtigkeit dieser Beobachtungen von seiten mehrerer namhafter Praktiker bezweifelt; J. G. Snelus von Workington nahm infolge dessen die Untersuchungen in umfassender Weise vor und erstattete hierüber dem Iron and Steel Institute am 11. October v. J. einen Bericht ab, dem folgendes entnommen ist:

»Um die Bewegungen der Grundstoffe möglichst zu begünstigen, wurde ein Block von 480×480^{mm}, 2150^{mm} lang, in Formmasse gegossen, nachdem durch Zusatz von sogen. Schlackeneisen der Gehalt an Phosphor und Schwefel über das gewöhnliche Mafs gebracht worden war. Um eine möglichst vollkommene Mischung zu erzielen, hatte man nach dem Zusatze des Spiegeleisens den Wind noch während einer



Minute durchgelassen. Die Erkaltung des Blockes erfolgte so langsam, dafs dieselbe nach 2 Tagen noch nicht vollkommen beendet war.

Aus diesem Blocke wurden nach nebenstehender Figur 25 2 Platten *a* und *b* herausgeschnitten, und zeigte sich das Kopfende voll von Blasen, das Bodenende dagegen vollkommen dicht. Die den Scheiben entnommenen Bohrspähne ergaben nachstehende Resultate der Analysen:

	a	*b*
Eisen	98,304	99,038
Gebund. Kohlenstoff	0,760	0,350
Silicium	Spur	Spur
Schwefel	0,187	0,044
Phosphor	0,191	0,044
Mangan	0,558	0,514
	100,000	99,990

Um ferner die Bewegung der Elemente von aufsen nach innen zu controlliren, wurden Bohrproben in der Diagonale entnommen und wie die Fig. 26 zeigt nummerirt; die Resultate waren folgende:

	a			*b*		
	Gebund. C	S	P	Gebund. C	S	P
1	0,44	0,032	0,044	0,44	0,048	0,060
2	0,54	0,048	0,060	0,42	0,056	0,062
3	0,57	0,080	0,086	0,41	0,048	0,054
4	0,61	0,096	0,097	0,40	0,048	0,054
5	0,68	0,120	0,111	0,38	0,048	0,038
6	0,77	0,187	0,142	0,37	0,044	0,052

Hieraus ergiebt sich die Richtigkeit der Stubbs'schen Angaben, wonach sowohl von unten nach oben, wie von aufsen nach innen eine Anreicherung der im Stahl enthaltenen Grundstoffe während der Erkaltung stattfindet.

Um ferner zu untersuchen, wie weit diese Erscheinung bei Blöcken von gewöhnlicher Beschaffenheit und Gröfse, wie solche für die Massenfabrikation von Schienen, Blechen u. s. w. verwendet werden, zur Geltung kommt, wurde aus einem Bessemer-Schienenblock, in gufseiserner Coquille gegossen, 300 × 300mm, 1200mm lang, eine Scheibe *a* 250mm vom Kopfende und eine zweite *b* 100mm vom Boden entnommen und ein Blechblock 430 × 540mm, 1000mm lang, in gleicher Weise behandelt, deren Analysen folgende Resultate ergaben:

	Schienen.		Blech.	
	a	*b*		
Eisen	98,723	98,759	99,324	99,356
Gebund. Kohlenstoff	0,420	0,420	0,210	0,190
Silicium	Spur	Spur	—	—
Schwefel	0,046	0,039	0,056	0,044
Phosphor	0,056	0,044	0,068	0,050
Mangan	0,755	0,738	0,342	0,360
	100,000	100,000	100,000	100,000

Diese Resultate zeigen so geringe Unterschiede, dafs einige Chemiker versichern, dieselben lägen nur in den zulässigen Beobachtungsfehlern; will man jedoch die Molecularbewegung als Ursache festhalten, so hat dieselbe jedenfalls nur in äufserst geringem Mafse stattgefunden, so dafs dadurch kaum ein ernstlicher Einflufs auf die Qualität des Stahls ausgeübt werden kann.

Es ist indessen klar, dafs die Thatsache der Wanderung der Elemente nicht geleugnet werden kann und für die Fabrikation von grofsen Blöcken und Formstücken von entschiedener Bedeutung ist, indem hierin eine neue Erklärungsweise für die an solchen Stücken in mysteriöser Weise vorkommenden Brüche gegeben ist.

Ueber die Festigkeit an verschiedenen Punkten geben die Zerreifsproben Aufschlufs, welche an den ausgeschmiedeten Scheiben *a* und *b* des ersterwähnten Blockes vorgenommen wurden; dieselben ergaben:

a) Absol. Festigkeit 72,3 pro Quadratmillimet.; Dehnung 8,6 pCt.
b) » » 50,0 » » » ; » 21,8 »

Die Unterschiede in der Härte waren beim Schneiden der Scheiben sehr bemerkenswerth, indem dies in der Mitte des Kopfes sehr schwierig war, während das Fufsende gleichmäfsigen Widerstand bot.«

Hr. Suclus zieht aus diesen Ergebnissen den Schlufs, dafs der Wahrnehmung der ungleichmäfsigen Vertheilung der Grundstoffe im Stahl in diesem Augenblicke eine hohe praktische Bedeutung noch nicht beizumessen sei, weil dieselbe an den in Coquillen gegossenen Blöcken nur in geringem Mafse nachzuweisen war. In erster Linie läfst sich jedoch hieraus nur schliefsen, dafs durch eine Beschleunigung der Abkühlung dem Wandern der Grundstoffe entgegengearbeitet wird, dafs also das Giefsen schwerer Blöcke in Formmasse thunlichst zu vermeiden ist. (Die Beobachtung, dafs die Wandstärke der Coquille auf die Ausscheidung der Gase im Innern einen Einflufs habe, indem, je stärker die Coquillenwand, desto dichter die äufsere Kruste wird, war bereits früher bekannt.)

Wenn die zur Gegenprobe gewählten Schienen und Blechblöcke zufällig nur geringe Abweichungen zeigten, so kann der Grund hierfür auch darin liegen, dafs das Metall die besondere Eigenschaft hatte, sehr schnell zu erstarren, während oft auch das Umgekehrte zutrifft. Mit der Behauptung Riley's z. B., dafs derartige Blöcke bereits nach 5 Minuten erstarrt seien, welche derselbe in der Erwiderung auf den Stubbs'schen Bericht aufstellte, werden wahrscheinlich nicht alle Fachleute im allgemeinen einverstanden sein.

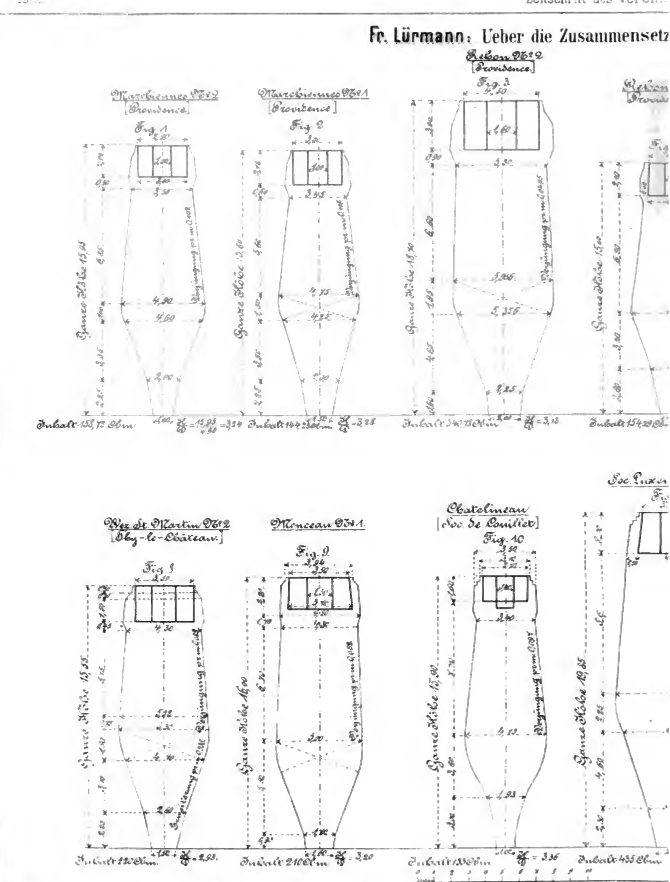
Nach einer Auslassung im Berichte Dr. Wedding's an den Verein für Eisenbahnkunde vom 10. Januar über die Classification des Eisens und Stahls zu urteilen, ist die Ansicht, dafs die Thatsache der Ungleichförmigkeit jetzt noch keine hohe Bedeutung habe, auch nicht allgemein, denn es heifst dort, dafs nähere Untersuchungen, deren Resultate demnächst veröffentlicht werden sollen, »dieselbe in erschreckender Weise bestätigen.

Es scheint demnach, dafs diese Untersuchungen sich jetzt auch auf die übrigen Grundstoffe erstrecken, während der hierbei angezogene Wedding'sche Bericht über den Einflufs des Mangans auf die Festigkeit des Eisens an den Verein zur Beförderung des Gewerbefleifses im vorigen Jahre nur auf die Möglichkeit der unvollkommenen Mischung der Manganlegirungen bei der Flufseisenerzeugung hinweist. So lange es sich nur um diese handelt, ist dem Uebel durch mechanische Rührvorrichtungen, worauf Dr. Wedding hinweist, voraussichtlich wirksam zu begegnen; die Ausscheidungen, welche während des Erstarrens erfolgen, können aber dadurch nicht verhütet werden.

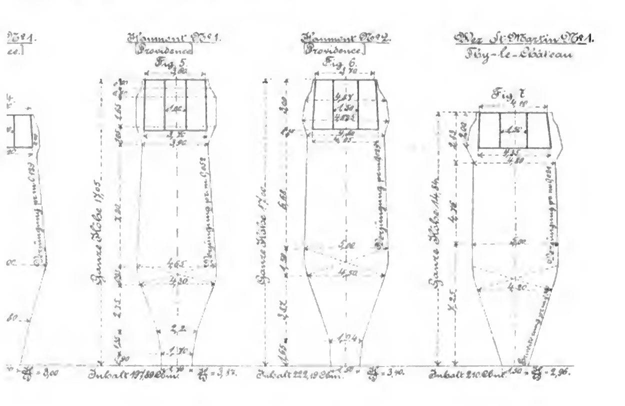
Ueber einen mechanischen Rührapparat berichtete W. D. Allen, Sheffield, dem Iron and Steel Institute am 9. October v. J. und sagte u. A. folgendes:

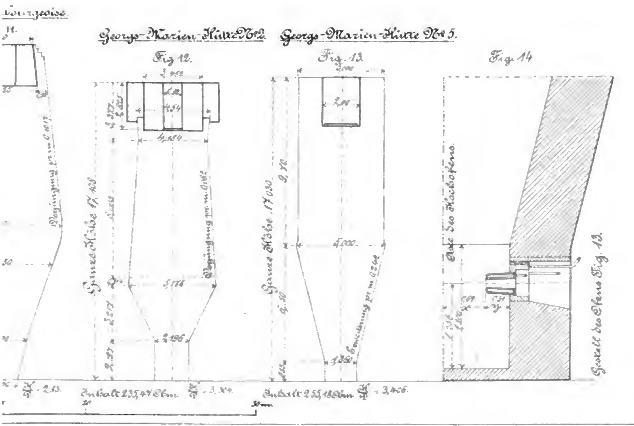
»Es ist bekannt, dafs der Zusatz von hoch gekohltem Spiegeleisen oder Ferromangan zu einem ganz entkohlten und Sauerstoff enthaltenden Eisenbade eine heftige Gasentwickelung erzeugt, die so lange anhält (wenngleich allmählich schwächer werdend), als die Mischung dieser Metalle noch unvollkommen bleibt. Da dies aber meistens zutrifft, so ist darin eine Ursache für die Bildung der Blasen in Blöcken gegeben, sowie auch die verschiedenen Manganlegirungen härtere Adern in der Masse erzeugen.

Diese Erscheinungen haben H. Bessemer bereits im Jahre 1863 zu der Construction eines mechanischen Rührers Veranlassung gegeben, dessen Einrichtung aus der Fig. 27 ersichtlich ist. Das Eintauchen in das Stahlbad wird durch Heben der auf dem Krahne ruhenden Pfanne bewirkt, während der Rührer mit einer Geschwindigkeit von 100 Umdrehungen pro Minute in Rotation versetzt wird. Nach dieser Operation zeigt das Metall vollkommene Ruhe und die Blöcke enthalten weder Blasen, noch lassen sich Ungleichförmigkeiten in der Mischung nachweisen. Dabei wird die vorgeschriebene Härte mit der geringstmöglichen Quantität von Spiegeleisen oder Ferro-


Fr. Lürmann: Ueber die Zusammensetz
Marchiennes No. 2
[Providence]
Fig. 1
Marchiennes No. 1
[Providence]
Fig. 2
Reboa No. 2
[Providence]
Fig. 3
Ganze Höhe 15,25
Ganze Höhe 15,60
Ganze Höhe 18,70
Ganze Höhe 15,00
Inhalt 158,72 Cbm.
Inhalt 144,23 Cbm.
Inhalt 154,29 Cbm.
Soc. Luxem
Vez St. Martin No. 2
[Oby-le-Château]
Fig. 8
Monceau No. 1.
Fig. 9
Chatelineau
[Soc. de Coulliet]
Fig. 10.
Ganze Höhe 15,55
Ganze Höhe 16,10
Ganze Höhe 15,90
Ganze Höhe 19,85
Inhalt 220 Cbm.
Inhalt 210 Cbm.
Inhalt 133 Cbm.
Inhalt 435 Cbm.

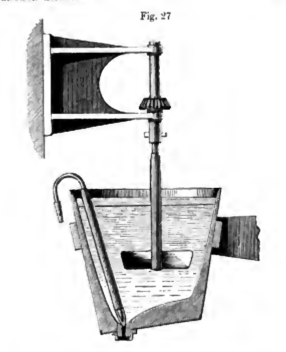
ng und die Temperatur der Hochofengase.





mangan erzielt, wie daraus hervorgeht, dafs es dem Referenten gelungen ist, durch einen Zusatz von nur 14 kg Ferromangan (von 75 pCt. Mangan) zu einer Charge von 5000 kg ein gutes Flufseisen herzustellen.

Fig. 27



Hiernach wäre die Aufgabe der Erzielung dichter und homogener Stahlblöcke in der denkbar einfachsten Weise gelöst, jedoch dürften erst die Resultate weiterer Forschungen nachweisen, ob die Angaben des Referenten sich auch im allgemeinen bestätigen.

Die vorstehend beschriebenen verschiedenen Methoden zur Beseitigung der Blasenräume in den Stahlblöcken bilden eine Reihe künstlicher Mittel, denen die Praxis eine gewisse Abneigung entgegenträgt und deren sie sich nur gezwungener Weise bedient. Es ist unzweifelhaft richtig, dafs die gröfste Sicherheit zur Erlangung eines gleichmäfsigen Fabrikates von guter Qualität in einer ununterbrochenen, aufmerksamen Controle beruht, aber es giebt auch Fälle, wo derartige Gewaltmafsregeln nicht zu umgehen sind.

Neben den in der Stahlhütte selbst angestellten Beobachtungen bildet für den Leiter derselben das Verhalten seines Fabrikates bei der Verarbeitung die erste und hauptsächlichste Controle; um aber in Form von Zahlen eine genaue Classification fortlaufend registriren zu können, geben die Proben in kaltem Zustande die sichersten Anhaltspunkte und ist hierfür die Zerreifsmaschine der mafsgebende Apparat. Durch die vom Maschineninspector V. Pohlmeyer in Dortmund

Fig. 28

Verwendung Achsen.

Elasticitätsgrenze 38,9.

Maximal-Belastung 49,8.

an derselben angebrachte Einrichtung[1]), vermittelst deren das Verhalten eines Stabes während des Zerreifsens mit Bezug auf Kraftverwendung und Ausdehnung durch eine Curve aufgezeichnet wird, ist dieselbe in letzterer Zeit wesentlich vervollkommnet worden. Diese Curven, von denen Fig. 28 ein Beispiel giebt, gestatten nicht nur eine genauere Bestimmung der einzelnen, für die Qualitätbestimmung wichtigen Punkte, der Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze, der Maximalbelastung und der Bruchbelastung, sondern in dem Vergleiche der fortlaufend sich ergebenden Diagramme liegt auch ein weiteres, sehr schätzbares Mittel zur Controle der Fabrikation.

[1]) Siehe Jahrg. 1881, S. 241 der Wochenschrift.

Eisenhüttenkunde.

Ueber die Zusammensetzung und die Temperatur der Hohofengase.

Die »Annales des Mines« bringen in ihrer 5. Lieferung 1881, S. 323 eine »die Zusammensetzung und Temperatur der Gase der Hohöfen« betitelte Abhandlung von M. A. Jaumain, Ingenieur der Hohöfen der Société de la Providence in Marchiennes, welche wir, veranlafst durch den interessanten Inhalt, in folgendem in vollständiger Uebersetzung wiedergeben. Es heifst dort:

Wenn man den Gang eines Hohofens betrachtet, nimmt man gewöhnlich an, dafs die an verschiedenen Punkten desselben Horizontalschnittes aufsteigenden Gase oder Gasströme überall fast dieselbe Zusammensetzung haben. Dies ist jedoch durchaus nicht der Fall. Hr. Gruner legt in seiner bemerkenswerthen Studie über die Hohöfen ganz besonderes Gewicht auf die Vorsichtsmafsregeln, welche man beachten mufs, um einen genauen Durchschnitt der Zusammensetzung der Gasströme zu erreichen. In seiner Hüttenkunde bemerkt derselbe Verfasser gelegentlich einer Besprechung einer Arbeit des Hrn. Vicaire, dafs die Temperatur der Materialien, sowie die der Gase, vom Mittelpunkte bis zur Peripherie eines Schacht-Querschnittes bedeutend wechsele. Indem Ebelmen von seinen eigenen Gasanalysen eines Hohofens von Seraing ausgeht, kommt er zu dem Schlusse, dafs seine Analysen der Gichtgase nicht den Durchschnitt der Zusammensetzung der Gase eines Hohofens geben. Die Resultate der Untersuchung, die wir in folgendem beschreiben, tragen zur Aufklärung der schwebenden Fragen bei.

Wir haben bei den Hohöfen mit Gasfang, bestehend aus einem äufseren Cylinder (trémie), seitwärts befindlichen Gasableitungen und einem centralen Rohr von der Tiefe des äufseren Cylinders, einen sehr grofsen Unterschied der Zusammensetzung der innen und aufsen abziehenden Gase und zugleich einen oft bedeutenden Unterschied der Temperatur derselben festgestellt. Diese Thatsache zeigt sich bei allen so eingerichteten Gasfängen der Hohöfen, wie durch die unten folgenden, zahlreichen Beispiele bewiesen wird.

Die Temperatur der Gase eines centralen Rohres kann bis auf 70° oder 80° sinken, während zu gleicher Zeit die Gase der seitlichen Ableitungen 230° und sogar mehr als 450° erreichen. Wir wurden darauf hingewiesen, die Analyse der seitlich und central abgezogenen Gase getrennt zu machen, weil der Lufterhitzungsapparat der Hohöfen von Marchiennes, der ausschliefslich durch die Gase der centralen Ableitung gespeist wurde, den Wind viel weniger hoch erhitzte, als der Apparat, welcher durch die Gase der seitlichen Ableitungen geheizt wurde. Oft waren sogar die Gase der centralen Ableitung äufserst schwer verbrennlich. Man suchte die Ursache dieser Erscheinungen früher in der geringen Menge der Gase, welche das mittlere Rohr liefert. Sie ist dagegen nur in der grofsen Menge Kohlensäure, welche die Gase schwer verbrennlich macht, zu finden.

Bevor wir auf die gefundenen Resultate näher eingehen, wollen wir uns einige Bemerkungen über die Methoden, Gase zu analysiren, erlauben.

Wir haben während langer Jahre verschiedene Apparate Orsat's gebraucht; aber seit dem vorigen Jahre geben wir der Bürette des Hrn. Dr. Bunte den Vorzug, welche viel einfacher ist und eine bessere und raschere Absorption des Kohlenoxyds gestattet. Wir wollen noch hinzufügen, dafs das Kohlenoxyd nur dann vollständig absorbirt wird, wenn man mehrmals einen Theil der Absorptionsflüssigkeit erneuert.

Dieselbe besteht aus einer gesättigten, sauren Lösung von Kupferchlorür, der eine kleine Menge aufgelösten Zinn-

chlorürs hinzugefügt ist. In die vorsichtig abgegossene Lösung legt man einige Kupferdrehspähne und bewahrt die Lösung unter Abschlufs der Luft. Diese Lösung mufs hell oder ein wenig braun aussehen. In anbetracht der sehr grofsen Unterschiede in der Zusammensetzung und Temperatur der Gase des inneren und äufseren Gasabzuges kann man den Gang eines Hohofens nicht nach dem Verhältnifs der Kohlensäure zum Kohlenoxyd beurteilen, ohne zugleich die Analyse beider Gasströme und deren Temperatur zu berücksichtigen.

Ebenso nothwendig wäre es, die relative Menge dieser Gasströme zu bestimmen, was jedoch kaum möglich ist; unter diesen Umständen ist es auch fast unmöglich, eine genaue Wärmeabrechnung eines Hohofens anzustellen.

Wir bemerken noch, dafs in unseren Gasanalysen, da der Gehalt an Wasserstoff und Wasserdampf vernachlässigt wurde, der durch Differenz gefundene Stickstoffgehalt etwas zu hoch erscheint.

Hohofen No. 2 zu Marchiennes.

Dieser Ofen hat drei seitliche Ableitungen von 0,80^{m} Durchm. und eine centrale Ableitung von 1^{m} Durchm. Das centrale Rohr führt das Gas zu zwei Lufterhitzungsapparaten mit 36 Hosenröhren und 16 Brennern; es liefert fast ebenso viel Gas, wie die drei seitlichen Ableitungen zusammen.

Temperatur der Gase des centralen Rohres 120° }
» » » der seitl. Ableitungen 248° } Unterschied 128°.

Analyse der Gase:

		Volumen	Gewicht	In 100 Th. Gas enthaltener Kohlenstoff	
centrales Rohr	CO_2	13,34	19,47	5,31	$\frac{CO_2}{CO} = 0,98$
	CO	21,60	19,70	8,44	
	N	65,05	60,83		
		100,00	100,00	13,75	

		Volumen	Gewicht	In 100 Th. Gas enthaltener Kohlenstoff	
seitliche Ableitungen	CO_2	9,40	14,03	3,82	$\frac{CO_2}{CO} = 0,58$
	CO	25,20	23,50	10,07	
	N	65,40	62,47		
		100,00	100,00	13,89	

Die in den beiden Gasen enthaltenen Mengen Kohlenstoff sind beinahe gleich.

Hohofen No. 1 zu Marchiennes.

Dieser Hohofen ist mit zwei seitlichen Ableitungen von 1,25^{m} Durchm. und mit einer centralen Ableitung von 1^{m} Durchm. versehen. Die centrale Ableitung liefert kaum genügend Gas für einen Lufterhitzungsapparat. Die Gase derselben sind immer kälter, als diejenigen von No. 2; ihre Temperatur fällt oft bis auf 70°; dann condensirt sich Wasser, das einen äufserst starken, fauligen Geruch hat. Der Gang dieses Ofens ist derselbe, wie der von No. 2.

Temperatur der Gase des centralen Rohres 90° }
» » » der seitl. Ableitungen 250° } Unterschied 160°.

Analyse der Gase:

		Volumen	Gewicht	In 100 Th. Gas enthaltener Kohlenstoff	
centrales Rohr	CO_2	12,20	17,91	4,88	$\frac{CO_2}{CO} = 0,935$
	CO	20,80	19,15	8,20	
	N	67,00	62,94		
		100,00	100,00	13,08	

		Volumen	Gewicht	In 100 Th. Gas enthaltener Kohlenstoff	
seitliche Ableitungen	CO_2	9,74	14,53	4,23	$\frac{CO_2}{CO} = 0,60$
	CO	25,80	24,10	10,32	
	N	64,44	61,37		
		100,00	100,00	14,55	

Selbst bei sonst gleichen Verhältnissen ist der Gang dieses Ofens nicht ganz so vortheilhaft, wie der von No. 2, weil die Reduction sich weniger in der Mitte vollzieht. Der Verbrauch an festem Kohlenstoff ist an den Schachtwänden ein gröfserer. Die centrale Ableitung von No. 1 liefert nicht halb soviel Gas, wie die von No. 2. Die vorhergehenden Analysen sind Durchschnitte einer Reihe von Analysen, die in einem Zeitraum von 6 Wochen täglich gemacht wurden.

Hohofen zu Châtelineau (Couillet).

Bei der Production von Puddeleisen war die Temperatur der Gase des centralen Rohres 133° }
» » der seitlichen Ableitungen 300° } Unterschied 167°.

Während einer sechswöchentlichen Production von Giefsereieisen war die Temperatur der Gase des centralen Rohres 212°
» » » » der seitl. Ableitungen 400°
d. h. höher als der Siedepunkt des Quecksilbers.

Wir haben von den Gasen dieses Ofens Analysen nicht gemacht.

Hohofen No. 1 zu Réhon (Providence).

Dieser Ofen ist mit 2 seitlichen Ableitungen von 1,10^{m} Durchm. versehen. Er wird ausschliefslich mit Minette beschickt.

Temperatur des centralen Rohres 90° }
» der seitlichen Ableitungen 255° } Unterschied 165°.

Die Gasanalysen geben beinahe dieselben Unterschiede, wie die der Oefen von Marchiennes.

Hohofen No. 2 zu Réhon.

Dieser Ofen ist mit einem Cylinder (trémie) mit vier Abtheilungen versehen. Die Gase werden auf der ganzen Gicht-Oberfläche abgeführt, so dafs man einen ziemlich genauen Durchschnitt der Zusammensetzung der Gase bekommt. Bei der Production von Giefsereieisen beträgt die durchschnittliche Temperatur der Gase 140° bis 150°. Das Verhältnifs $\frac{CO_2}{CO} = 0,796$. Nach Abrechnung der aus der Beschickung stammenden Kohlensäure wird das Verhältnifs von $\frac{CO_2}{CO} = 0,491$.

Hohofen No. 2 zu Haumont (Providence).

Dieser Ofen ist mit zwei seitlichen Ableitungen von 1,35^{m} Durchm. und mit einer centralen Ableitung von 1,50^{m} Durchm. versehen. Die durchschnittliche Temperatur

der Gase des centralen Rohres beträgt 150° }
» » der seitl. Ableitungen » 289° } Unterschied 139°.

Analyse der Gase:

		Volumen	Gewicht	In 100 Th. Gas enthaltener Kohlenstoff	
centrales Rohr	CO_2	8,95	14,20	3,87	$\frac{CO_2}{CO} = 0,635$
	CO	24,05	22,36	9,58	
	N	66,90	63,44		
		100,00	100,00	13,45	

		Volumen	Gewicht	In 100 Th. Gas enthaltener Kohlenstoff	
seitliche Ableitungen	CO_2	7,70	11,57	3,16	$\frac{CO_2}{CO} = 0,414$
	CO	29,50	27,89	11,95	
	N	62,80	60,56		
		100,00	100,00	15,11	

Die centrale Ableitung giebt viel Gas.

Hohofen No. 1 zu Haumont (Providence).

Dieser Ofen ist mit zwei seitlichen Ableitungen von 1,10^{m} Durchm. und mit einem centralen Rohre von 1,15^{m} Durchm. versehen. Dieses Rohr reicht bis zur Höhe der Gicht und führt keine Gase ab, sondern dient nur zum Vertheilen der Beschickung. Die durchschnittliche Temperatur der Gase der seitlichen Ableitungen beträgt 200°.

Analyse der Gase:

		Volumen	Gewicht	In 100 Th. Gas enthaltener Kohlenstoff	
seitliche Ableitungen	CO_2	9,85	14,49	3,95	$\frac{CO_2}{CO} = 0,60$
	CO	25,80	23,90	10,10	
	N	64,35	61,60		
		100,00	100,00	14,05	

Der Gang dieser beiden Oefen ist sehr vortheilhaft.

Hohöfen von Thy-Le-Château zu Wez-Saint-Martin.

Diese Oefen werden mit einer gewissen Quantität Lohe beschickt, wodurch die Temperatur und Zusammensetzung der Gase etwas abgeändert wird.

Hohofen No. 1.

Analyse der Gase:

		Volumen	Gewicht	In 100 Th. Gas enthaltener Kohlenstoff	
centrales Rohr	CO_2	12,30	17,02	4,88	$\frac{CO_2}{CO} = 0,85$
	CO	22,80	21,02	9,01	
	N	65,00	61,06		
		100,00	100,00	13,89	

seitliche Ableitungen . . . . $\frac{CO_2}{CO} = 0,48$

Temperatur der Gase des centralen Rohres 130° } Unter-
» » » der seitl. Ableitungen 203° } schied 73°.

Hohofen No. 2 derselben Hütte.

Analyse der Gase:

		Volumen	Gewicht	In 100 Th. Gas enthaltener Kohlenstoff	
centrales Rohr	CO_2	10,80	16,64	4,58	$\frac{CO_2}{CO} = 0,81$
	CO	21,20	20,30	8,78	
	N	68,00	62,86		
		100,00	100,00	13,81	

		Volumen	Gewicht	In 100 Th. Gas enthaltener Kohlenstoff	
seitliche Ableitungen	CO_2	10,00	14,88	4,08	$\frac{CO_2}{CO} = 0,37$
	CO	27,60	25,70	11,01	
	N	62,40	59,32		
		100,00	100,00	15,08	

Temperatur der Gase des centralen Rohres 90° } Unter-
» » » der seitl. Ableitungen 138° } schied 48°.

Hohofen No. 1 zu Monceau.

Ofen No. 1 hat drei, gleichzeitig in Betrieb befindliche Cowper-Apparate.

Temperatur des centralen Rohres 110° } Unterschied 158°.
» der seitl. Ableitungen 268° }

Analyse der Gase:

		Volumen	Gewicht	In 100 Th. Gas enthaltener Kohlenstoff	
centrales Rohr	CO_2	9,80	14,20	3,90	$\frac{CO_2}{CO} = 0,66$
	CO	23,80	21,78	9,87	
	N	66,40	63,91		
		100,00	100,00	13,37	

		Volumen	Gewicht	In 100 Th. Gas enthaltener Kohlenstoff	
seitliche Ableitungen	CO_2	14,00	20,32	5,54	$\frac{CO_2}{CO} = 1,04$
	CO	21,40	19,52	8,36	
	N	64,60	60,16		
		100,00	100,00	13,80	

Der Koksverbrauch dieses Ofens ist sehr gering. Die folgenden Analysen sind aus einer Betriebszeit, in welcher nur zwei der Cowper-Apparate im Betriebe waren. Das Verhältnifs $\frac{CO_2}{CO}$ zeigt sich dabei naturgemäfs weniger günstig.

Temperatur des centralen Rohres 184° } Unterschied 106°.
» der seitl. Ableitungen 290° }

Analyse der Gase:

		Volumen	Gewicht	In 100 Th. Gas enthaltener Kohlenstoff	
centrales Rohr	CO_2	8,20	12.37	3,34	$\frac{CO_2}{CO} = 0,31$
	CO	25,40	23,90	10,24	
	N	66,40	63,63		
		100,00	100,00	13,58	

		Volumen	Gewicht	In 100 Th. Gas enthaltener Kohlenstoff	
seitliche Ableitungen	CO_2	11,00	16,37	4,46	$\frac{CO_2}{CO} = 0,62$
	CO	21,40	20,00	8,57	
	N	66,60	63,68		
		100,00	100,00	13,03	

Hohofen No. 2 zu Monceau.

Temperatur des centralen Rohres 152° } Unterschied
» der seitl. Ableitungen 380 bis 400° } 230 bis 250°

Analyse der Gase:

		Volumen	Gewicht	In 100 Th. Gas enthaltener Kohlenstoff	
centrales Rohr	CO_2	9,40	14,02	3,82	$\frac{CO_2}{CO} = 0,37$
	CO	26,00	24,30	10,41	
	N	64,60	61,68		
		100,00	100,00	14,23	

		Volumen	Gewicht	In 100 Th. Gas enthaltener Kohlenstoff	
seitliche Ableitungen	CO_2	8,40	12,60	3,43	$\frac{CO_2}{CO} = 0,47$
	CO	28,20	26,50	11,73	
	N	63,40	60,60		
		100,00	100,00	15,16	

Wir könnten noch andere Beispiele von Analysen anführen, doch sind auch aus den obigen schon mit genügender Sicherheit folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Die Gase der centralen Ableitung haben eine von den Gasen der seitlichen Ableitungen ganz verschiedene Zusammensetzung und Temperatur.

2. Mit Ausnahme des Ofens No. I von Monceau ist das Verhältnifs $\frac{CO_2}{CO}$ der Gase des centralen Abzuges immer höher, als das der Gase der seitlichen Ableitungen.

3. Das Verhältnifs $\frac{CO_2}{CO}$ der Gase des centralen Rohres nähert sich überhaupt viel mehr dem theoretisch günstigsten. In mehreren Fällen haben wir beim Ofen No. 1 von Marchiennes das Verhältnifs $\frac{CO_2}{CO} = 1,30$ constatirt, wenn die Gasmenge eine geringe war.

4. Das Verhältnifs $\frac{CO_2}{CO}$ des centralen Rohres ist höher, was einer vollkommeneren Reduction entspricht.

5. Daraus, dafs das Verhältnifs $\frac{CO_2}{CO}$ der Gase des centralen Theiles sehr hoch ist, kann man doch nicht immer folgern, dafs der Gang des Ofens ökonomisch ist, denn die Menge der Gase des centralen Rohres kann verhältnifsmäfsig gering, und zugleich kann das Verhältnifs $\frac{CO_2}{CO}$ der seitlichen Ableitungen sehr niedrig sein.

6. Die Zusammensetzung der Gase und ihre Temperatur ist in der Mitte des Ofens eine andere, als an den Schachtwänden.

7. Man kann die relativen Gasmengen des inneren Abzuges sowie der seitlichen Abzüge nicht genau bestimmen, und deshalb ist es unmöglich, aus den Gasanalysen eine Wärmeabrechnung der mit solchen Gasfängen versehenen Hohöfen aufzustellen.

8. Wenn der Ofen nur mit einem einfachen Cylinder und lediglich seitlichen Ableitungen versehen ist, kann man auch keine durchschnittliche Zusammensetzung der Gase bestimmen, denn der centrale Gasstrom, welcher in die Luft entweicht, ist auch in diesem Falle anders als das seitlich abgezogene Gas zusammengesetzt.

9. Die Hohöfen, welche einen Gasfang mit Abtheilungen haben, so, dafs die Gase in der Mitte, an der Oberfläche und längs den Seitenwänden abgezogen werden, geben eine genügend genaue Durchschnittsanalyse der Gase; aber diese Gasfänge haben andere Uebelstände.

Die Ursache dieser Verschiedenheiten in der Temperatur und der Zusammensetzung der Gase glaubten wir anfangs in einer Spaltung des Kohlenoxyds suchen zu sollen. Man erkennt jedoch, unter Berücksichtigung der hierfür von Gruner und Debray aufgestellten Bedingungen, dafs dies hier nicht die Ursache sein kann. Temperaturverschiedenheiten der beiden Gasströme, welche manchmal 250° betragen, entstehen nur in Folge chemischer Reactionen, welche in einem Falle eine Erhöhung und im anderen Falle eine Erniedrigung der Temperatur zulassen.

Die folgende Reaction erklärt den Unterschied der Zusammensetzung der Gase, aber sie erklärt nicht den Temperaturunterschied derselben.

Beim Niedergehen der Beschickung sammelt der Koks sich aufsen am Schacht an, und die Gase nehmen vorzugsweise den hier erleichterten Weg. Die Kohlensäure, welche festen Kohlenstoff in genügender Temperatur antrifft, verwandelt sich dabei theilweise in Kohlenoxyd:

$$CO_2 + C = 2\,CO;$$

aber dieser Vorgang erfordert Wärme, kühlt also ab.

In der Mitte des Ofens liegt die Beschickung dichter, die Geschwindigkeit der Gase, und in Folge dessen deren Temperatur ist eine geringere, und sie können entweichen, ohne zersetzt zu werden. Die an den Schachtwänden stattfindende,

eben beschriebene Einwirkung führt zu einem gröfseren Kohlenstoffverbrauche. Eine Ausnahme hiervon machen die Resultate des Hohofens No. 1 von Monceau, und mufs man deshalb annehmen, dass bei demselben der Kohlenstoffverlust an den Schachtwänden geringer ist. Der Gang dieses Ofens ist übrigens sehr gut, und sein Koksverbrauch ist oft niedriger als 1000 kg bei der Verhüttung von Minette.

Man kann annehmen, dafs Hohöfen von sehr grofsem Inhalt (über 350 cbm), die eine für ihre Production verhältnifsmäfsig grofse Schachtwandoberfläche haben, in viel gröfserem Mafse Veranlassung zu der Reduction der Kohlensäure durch festen Kohlenstoff geben. Nimmt man dazu die von Gruner angeführten Gründe, so kommt man zu dem Schlufs, dafs die grofsen Hohöfen weniger vortheilhaft arbeiten, als die kleineren. Für Beschickungen mit geringem Ausbringen sollte der Ofeninhalt gröfser sein, als für eine reichere Beschickung. Wenn sich die Schächte der Hohöfen abnutzen, sich dort also Höhlungen bilden, welche sich vorzugsweise mit Koks ausfüllen, so wird von diesem immer ein Theil durch die Kohlensäure oxydirt werden. Der Koksverbrauch kann sich so bedeutend vermehren.

Bei dieser Veranlassung wollen wir erwähnen, dafs während der beiden ersten Jahre seines Betriebes der Ofen No. 1 von Marchiennes durchschnittlich nur 961 kg Koks pro Tonne weifsen Roheisens verbrauchte, entsprechend etwa 846 kg Kohlenstoff, während im dritten Jahre, bei schon stark angegriffenem Schacht und bei sonst gleichen Bedingungen der Koksverbrauch bis 1080 kg stieg, was ungefähr 950 kg Kohlenstoff entspricht.

Man hat dann den Schacht während des Betriebes einer grofsen Reparatur unterwerfen müssen, und der Koksverbrauch hat sich schliefslich bis zu 1130 kg vermehrt. Der Schacht hatte keine regelmäfsige Form mehr. So stieg durch die Veränderung der Form und der Dimensionen des Schachtes der Koksverbrauch von 961 auf 1130 kg.

Providence (Marchiennes), August 1881.

In den Annales des Mines folgt dieser interessanten Abhandlung unmittelbar eine solche aus der berühmten Feder des Hrn. Professor M. L. Gruner, welche in Folgendem wiedergegeben ist:

Die Thatsache, dafs die Hohofengase ihren Weg vorzugsweise durch die an dem Schacht lockerer aufgeschichteten Materialien nehmen und weniger in der Mitte des Ofens aufsteigen, war bekannt. Ebenso war bekannt, dafs die Temperatur des centralen Gasstroms eine geringere, als die des äufseren ist, und dafs aus dem letzteren Grunde oft Oberfeuer entsteht.

Man schlofs auch, dafs die Verschiedenheit der Temperatur der Gase und des Ganges der Hohöfen einer verschiedenen Zusammensetzung der Gase entspreche; aber man übersah die grofse Wichtigkeit dieser Verschiedenheiten, eine Lücke, die durch die interessante Arbeit des Hrn. Jaumain ausgefüllt ist.

Aus derselben ergiebt sich, dass der Unterschied zwischen den innen und aufsen abgezogenen Gasen ein grofser, und dafs aus der Einzelbetrachtung derselben ein Schlufs auf den Gang des Hohofens nicht zu ziehen ist, dafs dies vielmehr nur bei den Hohöfen möglich, bei welchen ein Durchschnitt aller aufsteigenden Gase erlangt werden kann, wie das z. B. bei den Hohöfen mit geschlossener Gicht und beweglicher Glocke (cup and cone) der Fall ist.

Die Nützlichkeit der Arbeit des Hrn. Jaumain liegt darin, dafs sie den Einflufs gewisser Einrichtungen der Hohöfen auf die Zusammensetzung der beiden Gasströme erkennen läfst. Um jedoch deren ganze Tragweite würdigen zu können, hat Herr Jaumain auf meine Bitte die Angaben über Dimensionen und Gang der betreffenden Hohöfen gesammelt. Erstere sind auf Tafel XVII, Fig. 1 bis 11 incl. für einen jeden der Hohöfen nebst Gasfang wiedergegeben[1]). Alle diese Hohöfen haben einen äufseren Cylinder (trémie) und ein inneres Rohr, welches entweder nur zur besseren Vertheilung der Beschickung oder aber auch zur Ableitung der Gase dient.

Die für den Gang dieser Hohöfen mafsgebenden Zahlen sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

[1]) Von den Hohöfen der Georgs-Marienhütte bei Osnabrück, deren Profile Fig. 12 und 13, Tafel XVII, darstellen, wird am Schlusse die Rede sein. Die Redaction.

Hohöfen	Bezeichnung des Profils Tafel XVII	Inhalt	Production pro Tag	Inhalt pro Tonne Roheisen	Art des Roheisens	Koksverbrauch pro Tonne Roheisen	Gehalt an Asche im Koks	Ausbringen aus der Beschickung	Ausbringen aus den Eisensteinen	Art der Eisensteine	Windtemperatur	Windpressung	Temperatur der Gase in den seitlich. Abzügen	Temperatur der Gase im mittleren Abzug	Differenzen	Verhältnifs $\frac{CO_2}{CO}$ im Gas seitliche Abzüge	Verhältnifs $\frac{CO_2}{CO}$ im Gas mittl. Abzug	Betriebszeit
	Fig.	cbm	kg	cbm		kg	pCt.	pCt.	pCt.		°C.	cm	°C.	°C.	°C.			Jahre
No. 2 zu Marchiennes (Providence)	1	158	75 000	2,10	Puddelroheisen	1100	15	33,50	38	Minette u. Schlacken	400	15	248	120	128	0,59	0,95	12
No. 1 zu Marchiennes (Providence)	2	144	70 000	2,05	do.	1130	15	33,50	38	do.	400	14	250	90	160	0,60	0,93	5
Châtelineau (Société de Couillet)	10	133	35 000	4,00	do.	»	»	»	»	do.	350	12	300	133	167	»	»	3
		»	28 000	»	Giefsereiroheisen	»	»	»	»	Minette	350	12	400	212	188	»	»	»
No. 1 zu Réhon (Longwy) Providence	4	154	55 000	2,80	Puddelroheisen	1180	14,5	29,50	29,50	do.	320	12	255	90	165	»	»	3
No. 2 zu Réhon (Longwy) Providence	3	340	60 000	5,68	Giefsereiroheisen	1250	14,5	29,50	29,50	do.	600	10	120	Durchschn. der Gase	»	0,72	»	1/2
No. 2 zu Haumont (Providence)	6	222	80 000	2,77	Puddelroheisen	1100	16	34	39	Minette u. Schlacken	450	14	289	150	139	0,41	0,635	2
No. 1 zu Haumont (Providence)	5	198	70 000	2,74	do.	1070	16	34	39	do.	400	16	200	»	»	0,60	»	»
No. 1 zu Wez-Saint-Martin (Thy-le-Château)	7	210	75 000	2,80	do.	1150	15	35	40	do.	400	12	203	130	73	0,46	0,65	3
No. 2 zu Wez-Saint-Martin (Thy-le-Château)	8	220	80 000	2,75	do.	1100	15	35	40	do.	400	14	138	90	48	0,57	0,81	9
No. 1 zu Monceau-sur-Sambre	9	210	75 000	2,80	do.	1000	15	33	33	Minette	500	15	268	110	158	1,04 / 0,82	0,66 / 0,51	2
No. 2 zu Monceau-sur-Sambre	»	»	75 000	»	do.	1150	15	32	37	Minette u. Schlacken	400	15	380	152	228	0,47	0,57	9
Luxemburgischer Hohofen	11	440	115 000	3,80	do.	1180	15	30	»	Minette	550	15—16	280	90	190	»	»	1872 bis 1876

Bemerkungen. Es dürfte kaum zu bemerken nöthig sein, dafs durch die langen Betriebszeiten mehrerer dieser Hohöfen deren Profile und Inhalte sich bedeutend verändert haben. — Beim Hohofen No. 1 zu Monceau entsprechen die Verhältnisse $\frac{CO_2}{CO} = 1{,}04$ u. $0{,}66$ dem Betriebe mit 3 Cowper-Apparaten und die Verhältnisse $\frac{CO_2}{CO} = 0{,}82$ u. $0{,}51$ demjenigen mit nur zwei derselben.

Bevor die besonderen Verhältnisse eines jeden der Hohöfen erörtert werden, ist daran zu erinnern, dafs auf den Gang der Hohöfen folgende Grundbedingungen den meisten Einflufs haben: Die Form der Hohöfen, der Druck des Windes, die Beschickungsapparate bezw. Gasfänge.

Betrachten wir zuerst das innere Profil, d. h. die Form und die Dimensionen der Oefen.

Das Profil wird besonders durch das Verhältnifs $\frac{H}{D}$, der Gesammthöhe zum Durchmesser des Kohlensacks, bestimmt. Die Werthe dieser Verhältnisse sind unter jedem Profil (Tafel XVII, Fig. 1 bis 11) angegeben. Sie zeigen, dafs alle Hohöfen, mit denen sich Jaumain beschäftigte, ausgenommen diejenigen von Haumont, sich der Art nähern, die ich »untersetzt«, »gedrungen« (trapu) nenne, weil das Verhältnifs $\frac{H}{D}$ sich zwischen den Grenzen $2{,}83$ und $3{,}67$ bewegt, und weil dieses Verhältnifs in den meisten Fällen wenig von dem Durchschnitte 3 bis $3{,}2$ abweicht. Nun aber weifs man, dafs, je »untersetzter« ein Hohofen ist, desto unregelmäfsiger die Gase an der Gicht vertheilt sind. Man darf sich also nicht über die bedeutenden Abweichungen, die Jaumain in der Zusammensetzung und Temperatur der beiden Gasströme gefunden hat, wundern, besonders wenn man bedenkt, dafs die Anwendung der Gasfänge mit äufserem Cylinder und innerem Rohr nothwendig zu solchen Unterschieden führen mufste.

Da wo man beinahe cylindrische Schächte anwandte, hat man bis zu einem gewissen Grade die Fehler der »untersetzten« Form zu verbessern gesucht; aber die Cylinder mit seitlichen Ableitungen heben zum Theil die Vortheile der cylindrischen Form des Schachtes auf.

Man hat sogar zu Réhon, am Ofen No. 2, und besonders auf den Hüttenwerken Luxemburgs dem Fehler der »untersetzten« Form noch den eines Uebermafses des Volumens der Oefen hinzugefügt, wobei man vergafs, dafs man niemals ungestraft die Inhaltsgrenze von 200 bis 250^{cbm} überschreitet.

In den grofsen Hohöfen circulirt der Wind nicht regelmäfsig; es bleibt in der Mitte des Ofens eine todte Säule zurück, die der Wind nicht durchdringt, ein Umstand, welcher das nützliche Volumen wieder auf das Maximum reducirt, das ich soeben erwähnt habe. Die so in der Mitte schlecht vorbereiteten Materialien bringen, in die Schmelzzone niedergegangen, häufig Störungen mit sich.

Die Unmöglichkeit für den Wind, bis zur Mitte solcher Hohöfen mit grofsem Durchmesser durchzudringen, führt mich zur zweiten der wichtigen Grundbedingungen für den guten Gang der Hohöfen, dem Drucke des Windes.

Man hat lange geglaubt (siehe Karsten u. a. m.), dafs der Druck des Windes mit der Dichtigkeit des Brennmaterials zu- und abnehmen müsse. Dies ist ein Irrtum, denn um Koks in einem Kupolofen zu verbrennen, genügt ein Ventilator, und der dichteste Anthracit brennt sogar leicht bei einem schwachen Zuge auf einem Roste oder in einem Kalkofen, vorausgesetzt, dafs die Schicht des Brennmaterials im Verhältnifs zur Dichtigkeit desselben steht. Mit einem Worte, der Druck des Windes hängt einzig und allein von der Durchlässigkeit der Beschickungssäule ab.

Die Pressung des Windes mufs so stark sein, dafs das Brennmaterial davon überall und gleichmäfsig getroffen wird, oder vielmehr die Geschwindigkeit des Windes mufs grofs genug sein, damit die Verbrennung so viel als möglich in der Mitte des Ofens vor sich gehe, so dafs die Gestellwände geschont werden. Man schmilzt die Gestellwände, sobald der Winddruck zu schwach ist. Für dasselbe Brennmaterial und denselben Eisenstein mufs man die Pressung des Windes noch einmal so stark nehmen, wenn die Höhe des Ofens verdoppelt wird, und bei gleicher Höhe mufs sie zugleich mit dem Durchmesser zunehmen, sonst dringt der Wind nicht bis in die Mitte durch; daraus ergiebt sich die Nothwendigkeit, den Durchmesser der Oefen in ein gewisses Verhältnifs zu bringen und die »untersetzten« (trapu) Formen zu vermeiden.

In einem vorhandenen Ofen wird sich also bei etwaiger Verminderung der Durchlässigkeit der Beschickungssäule der Druck des Windes vermehren müssen; er wird um so stärker sein müssen, je kleiner die Eisenstein-, Kalk- und Brennmaterialstücke sind, und je mehr sie sich unter ihrem eigenen Gewichte zerdrücken. Es mufs also der Winddruck um so stärker sein oder die Hohöfen um so weniger hoch, je zerreiblicher der Koks oder die Holzkohle, oder je mehr z. B. der Anthracit in der Wärme zerspringt. Ich lege so viel Gewicht auf das eben Gesagte, weil man sich noch zu oft einbildet, dafs der Druck des Windes einzig und allein mit der Dichtigkeit des Brennmaterials wechseln müsse. Das Brennmaterial wird immer brennen, selbst bei sehr schwacher Pressung; aber die Verbrennung wird dann einzig und allein in der Nähe der Gestell- und Schachtwände, und nicht auch in der Mitte vor sich gehen.

Wenn man gewöhnliche, arme und rückstandreiche Eisensteine, wie die Minette Luxemburgs, verhüttet, und besonders wenn man mit mehr saurer, als basischer Schlacke für weifses Roheisen arbeitet, zeigen sich übrigens die nachtheiligen Folgen des schwachen Winddruckes eher durch eine Zunahme des Koksverbrauchs, als durch eine schnelle Zerstörung der Gestell- und Schachtwände. Die Beschickung geht in der Mitte unverändert nieder, der Eisenstein, durch das Kohlenoxyd in der oberen Region nicht reducirt, kommt beinahe unverändert in der Rast an und wird dort unter Verbrennung von festem Kohlenstoffe, unter Mitwirkung von Kohlensäure, erst in der Schmelzzone reducirt. Dies ist der Grund des starken Koksverbrauchs der Hohöfen, die »untersetzt« (trapu) sind und mit schwachem Winddrucke arbeiten. In der That ist in mehreren belgischen Hochöfen, mit denen wir uns zu beschäftigen haben, der Druck des Windes im allgemeinen zu schwach. Zu dieser Unzuträglichkeit kommt dann noch eine andere, wenn die Eisensteine reich, leicht schmelzbar und manganhaltig sind, und besonders wenn man sie, um graues, nicht schwefelhaltiges Roheisen zu erblasen, mit einem Uebermafse von Kalk bei sehr hoher Temperatur verschmilzt. Die schwache Windpressung, welche die Schmelzzone den Seitenwänden nähert, bewirkt alsdann deren schnelle Zerstörung. Das Gestell erweitert sich, die Schlacken brechen in der Nähe der Formen durch, und die Wiederherstellung der Gestellwände verlangt stundenlange Stillstände.

Deshalb werden in Beaucaire, wo man manganhaltige Eisensteine verschmilzt, trotz reichlicher Kühlung mit Wasser, die Gestellwände sehr rasch zerstört, sobald man mit weniger als 18^{cm} Pressung bläst. Ebenso wurden in Schwechat bei Wien die Gestellwände bis zum Kohlensacke durch die geschmolzenen, nicht reducirten Eisensteine in Folge der zu geringen Windpressung zerstört. Ich kann es nicht oft genug wiederholen: je höher ein Hohofen ist und je dichter die Materialien in der Mitte liegen, um so stärker wird auch der Druck des Windes sein müssen, um die Schmelzzone von den Gestell- und Schachtwänden fern zu halten. Sobald der Winddruck schwach ist, kann er nicht tief genug in das Innere eindringen; die Verbrennung findet also in der Nähe der Windformen statt; die Gase steigen längs der Seitenwände auf, es sei denn, dafs man durch die Art des Aufgebens die Mitte des Ofens durchdringlicher macht, als den Umkreis. Die Gefahr, die Gestell- und Schachtwände zu schmelzen, ist aufserdem um so gröfser, je höher die Temperatur des Windes ist, und je manganreicher die Erze sind. In Belgien wird das Bestreben der Gase, an den Seitenwänden aufzusteigen, bei den meisten Hohöfen durch den geringen Winddruck und die zu »untersetzte« Form der Hohöfen begünstigt. Man hat gegen dieses Bestreben dadurch zu wirken gesucht, dafs man das centrale Rohr als Vertheiler der Beschickung anwandte. Aber nur bei dem Hohofen von Monceau-sur-Sambre ist das centrale Rohr weit genug, wie wir sehen werden, um diesen Zweck vollständig zu erreichen.

Dies führt uns zum letzten Haupteinflufs auf den Gang der Hohöfen, den der Gasfänge.

Wie oben aus einander gesetzt, mufs man die Mitte der Oefen durchdringlicher machen, als den Umkreis. Sehen wir zu, was in dieser Hinsicht bei den in Frage stehenden Hohöfen geschehen ist.

Die Gicht ist offen, aber mit einem äufseren Cylinder zur Ableitung der Gase versehen, und wie ich gesagt habe, befindet sich in der Mitte ein zweites concentrisches, festes Rohr, welches bald oben geschlossen ist, und dann allein als Vertheiler der Beschickung dient, bald in Verbindung mit der

Hauptgasleitung steht. In diesem letzteren Falle leitet es die Gase aus der Mitte ab, aber es wirkt kaum ansaugend auf die Gase des Umkreises, sonst würde man nicht so große Differenzen der Temperatur und Zusammensetzung derselben finden, wie die Untersuchungen von Jaumain ergeben. Mit einem Worte, die centrale Ableitung übt in Wirklichkeit nur einen schwachen Einfluſs darauf aus, die Gase durch die Mitte der Beschickung zu leiten und wirkt kaum auf die Reduction der Erze. Wenn aber die Wirkung dieses centralen Rohres in dieser Hinsicht beinahe Null ist, ist sie eine um so gröſsere auf die Vertheilung der Beschickung.

Jaumain versichert mir in einem seiner Briefe, daſs überall, wo er seit 1870 das centrale Rohr eingerichtet habe, der Koksverbrauch zurückgegangen sei, und wir werden in der That sehen, daſs der geringe Koksverbrauch von Monceau wenigstens zum Theil den ungewöhnlichen Dimensionen des centralen Rohres zugeschrieben werden muſs.

Die Vorgänge in diesen Gasfängen mit äuſserem Cylinder und innerem Rohre sind folgende:

In den meisten Hohöfen, mit denen sich Jaumain beschäftigt hat, hat der Cylinder 3ᵐ und das centrale Rohr 1ᵐ Durchmesser. Es entsteht also zwischen diesen für die Gichten ein ringförmiger Zwischenraum von 1ᵐ radialer Breite. Bei dieser Art des Aufgebens überwiegt das Volum des Koks gegen das der Erze und des Kalks, während das Gewicht der letzteren 4 bis 5 mal gröſser ist (1800 bis 2000ᵏᵍ pro Cubikmeter gegen 400ᵏᵍ). Nun aber geht, infolge dieser relativen Leichtigkeit des Koks, die Beschickung (Eisenstein und Kalk) nicht nur rascher nieder, als der Koks, sondern die erstere drängt auch den letzteren beim Niedergange der Gichten seitwärts, in alle etwa entstehenden Lücken. Unter dem centralen Rohre bildet sich eine solche Lücke von 1ᵐ Durchm., die der Koks auszufüllen strebt, während die schwerere Beschickung (Eisenstein und Kalk) senkrecht herabfällt. Es wird also in der Mitte des Ofens eine leicht durchdringliche Säule von beinahe 1ᵐ Durchm. entstehen, durch welche die Gase strömen, die sich in der Mitte bilden.

Diese Gase werden besonders auſser Stickstoff auch Kohlensäure enthalten, und diese wird hier weniger leicht durch den kalten Koks des mittleren Gasstromes in Kohlenoxyd übergeführt, als durch den glühenden Koks an den Schachtwänden, an welchen die groſse Menge der heiſsen Gase mit reiſsender Schnelligkeit von unten aufsteigt. Hieraus folgt, daſs der Koksverbrauch, wohl verstanden innerhalb bestimmter Grenzen, um so geringer sein wird, je gröſser die centrale von Koks gebildete Säule ist. Deshalb hat man beim Ofen von Monceau, bei welchem der Koksverbrauch geringer ist, als bei allen anderen Oefen, dem centralen Rohre, bei einem äuſseren Cylinder (trémie) von 3,70ᵐ, einen Durchmesser von 1,50ᵐ gegeben.

Dieses Beispiel sollte man auch bei anderen Oefen nachahmen; in jedem Falle müſste man das centrale Rohr gegen das untere Ende hin erweitern.

Ebenso, wie an dem unteren Ende des mittleren Rohres, finden die niedergehenden Gichten am unteren Rande des Cylinders (trémie) einen leeren Raum bis zur Schachtwand, von welcher sich die Beschickung (Eisenstein und Kalk) entfernt, weil schwerer und deshalb senkrecht niedergehend, während der Koks an den Schachtwänden einen lockeren Ring bildet, der durch die heiſsen Gase von unten auf rasch durchströmt wird.

Von diesen Gasen gelangen um so mehr zur Gicht, ohne auf die Eisensteine eingewirkt zu haben, je mehr Koks sich an den Schachtwänden anhäuft.

Die Breite dieses lockeren Koksringes hängt aber von dem Durchmesser des Cylinders und des Ofens ab.

Die Breite dieses Ringes wird ein Minimum, wenn der Cylinder etwas konisch ist, so daſs der Schacht die Fortsetzung desselben bildet, wie z. B. beim Hohofen 1 zu Haumont (Fig. 5, Tafel XVII).

Bei Ofen 2 zu Haumont (Fig. 6) ist dagegen der Durchmesser des Cylinders im Verhältniſs zu demjenigen des Ofens zu gering, die Breite des Ringes also zu groſs, und in Folge dessen bei diesem Ofen auch der Koksverbrauch gröſser.

Die offenen Gasfänge, welche in Belgien angewandt sind, lassen, selbst wenn ein centrales Rohr vorhanden ist, viel Gas entweichen. In dieser Hinsicht muſs man dem Gasfange »Cup and cone«, welcher allgemein in Frankreich im Gebrauche ist, den Vorzug geben.

Dessen Vortheil ist indessen im Verhältniſs nicht groſs und kann sogar gleich Null sein, wenn das centrale Rohr hinlänglich weit ist.

Denn wenn der Verlust bei den offenen Gasfängen auch ein immerwährender ist, so ist er doch gering und umfaſst nur einen Theil der Gase, während bei dem Gasfang »Cup and cone« alle Gase während des Aufgebens verloren gehen. Das System der offenen Gasfänge ist jedenfalls einfacher, weniger kostspielig und den Störungen weniger unterworfen, als die bewegliche Glocke.

In Belgien begnügt man sich übrigens auch darum mit den offenen Gasfängen, weil die damit abgezogene Gasmenge mehr als ausreichend ist für Lufterhitzung und Dampferzeugung.

Was nun den groſsen Unterschied der Temperatur der beiden Gasströme anbelangt, so bleibt darüber noch folgendes zu sagen.

Man wird sich nicht wundern, daſs die Temperatur des äuſseren Stromes eine hohe ist, wenn man bedenkt, wie rasch die Gase durch den Koks längs der heiſsen Schachtwände aufsteigen, ohne auf die Eisensteine einzuwirken. Dagegen könnte man schlieſsen, daſs durch die Oxydation des Kohlenoxyds in Kohlensäure, welche in der Mitte des Ofens stattfindet, hier eine Temperaturerhöhung eintreten müſste. Dies würde auch der Fall sein, wenn der Kohlenstoff durch freien Sauerstoff verbrannt würde; aber der Sauerstoff wird dem Eisenoxyd entnommen, und wie schon Ebelmen beobachtete, ist die durch die Reduction des Eisenoxydes absorbirte Wärme beinahe gleich derjenigen, welche durch die Bildung der Kohlensäure erzeugt wird.

Es sind 3 Aeq. CO nöthig, um ein Aeq. Fe_2O_3 zu reduciren. Da ein Kilogramm CO 2400 W.-E. entwickelt, so entsprechen 3 Aeq. $CO = 3 \times (6+8) \times 2400 = 100\,800$ W.-E.

Auf der anderen Seite entwickelt 1 Kilogramm Eisen nach Thomsen 1688 W.-E., indem es zu Oxyd verbrennt; also verlangen 2 Aeq. Eisen $2 \times 28 \times 1688 = 94\,528$ W.-E., also etwas weniger, als durch das entsprechende Kohlenoxyd erzeugt wird. Rechnet man hierzu diejenige Wärme, welche nöthig ist, um das Eisenoxydhydrat in Eisenoxyd überzuführen, so findet man, daſs die Bildung der Kohlensäure auf Kosten des Eisenoxydhydrats den mittleren Gasstrom eher abkühlt, als erwärmt. Die verhältniſsmäſsig geringe Temperatur dieses letzteren ist deshalb erklärlich, weil nur ein schwacher Gasstrom die kalte Beschickungssäule durchströmt.

Nach diesen allgemeinen Erörterungen wollen wir die Verhältnisse der verschiedenen Oefen, mit denen sich Jaumain beschäftigte, näher untersuchen.

Vergleichen wir zuerst die beiden Hohöfen von Marchiennes. Die Profile sind wenig von einander verschieden. Beide sind ein wenig »untersetzt« (trapu), denn das Verhältniſs $\frac{H}{D}$ ist gleich 3,2 oder vielmehr 3,0, wenn man für H die nützliche, wirklich durch die Beschickung ausgefüllte Höhe nimmt. Der Eisenstein, das producirte Roheisen und die Temperatur des Windes sind bei den Oefen gleich. Der Ofen No. 2 geht seit 12 Jahren und trotzdem ist in ihm der Koksverbrauch etwas geringer, als in No. 1, nämlich 1100ᵏᵍ gegen 1130ᵏᵍ. Bei den beiden Oefen haben die Cylinder (trémies) einen geringen Durchmesser. Der einzige wesentliche Unterschied besteht in der Zahl und dem Querschnitte der seitlichen Gasableitungen. Bei No. 1 beträgt, bei einem Querschnitte des centralen Rohres von 0,78 qm, die Summe der Querschnitte der beiden seitlichen Ableitungen 2,45 qm, während die der 3 seitlichen Ableitungen von No. 2 nur 1,50 qm ist. Die Gase werden also bei No. 1 noch mehr gegen den Umkreis hingezogen; dadurch ist auch die geringere Temperatur und das geringere Volumen der Gase des centralen Rohres erklärt. Die Analysen weichen wenig von einander ab, aber da der Gase am Umkreise in No. 1 mehr sind, so ist darum auch die Gesammtmenge des Kohlenoxydes gröſser, was mit dem gröſseren, oben erwähnten Koksverbrauche übereinstimmt.

Daraus erhellt, daſs es vortheilhafter sein würde, die Querschnitte der seitlichen Ableitungen zu vermindern.

Ueber den Hohofen zu Châtelineau habe ich nur zu sagen, dafs sein Gang wenig vortheilhaft sein mufs, weil die Temperatur in der Gicht übermäfsig hoch ist, was von dem allzu schwachen Winddrucke und der fehlerhaften Einrichtung des Gasfanges herrühren mufs.

Der Ofen No. 1 von Réhon gleicht dem No. 1 von Marchiennes; obgleich er ein wenig »untersetzter« ist, so ist der Cylinder dagegen zweckmässiger eingerichtet, was theilweise den unangenehmen Einflufs des Uebermafses des Kohlensackdurchmessers aufhebt.

Wenn man auch den starken Koksverbrauch durch den geringen Gehalt der Eisensteine erklären kann, so steht doch fest, dafs die Pressung und die Temperatur des Windes gering sind.

Der Ofen No. 2 von Réhon unterscheidet sich von den anderen Oefen durch sein Uebermafs an Inhalt. Er hat auch einen zu grofsen Kohlensack- und Gichtdurchmesser für einen Winddruck von nur 10^{cm}; der Wind kann unmöglich bis zur Mitte durchdringen. Der Inhalt des Schachtes erreicht pro Tonne Giefsereiroheisen $5{,}66^{cbm}$; es mufs also in der Mitte eine grofse, unthätige Säule entstehen, welche bis zur Rast niedergeht, ohne reducirt zu sein. Der dadurch hervorgerufene Einflufs ist bedeutend. Nach Jaumain wird der Gang dieses Ofens oft plötzlich ohne bedeutende Erniedrigung der Temperatur gestört. Die nicht reducirten Eisensteine, welche in unregelmäfsigen Zwischenräumen in das Gestell gelangen, wirken hier unfehlbar auf die Schlacken und das Roheisen ein.

Die beiden Hohöfen von Haumont sind weniger »untersetzt« als die von Marchiennes; der Druck des Windes ist in Fig. 5 stärker, und der Cylinder hat gute Verhältnisse; nur wäre für das mittlere Rohr ein gröfserer Durchmesser oder eine gewisse Erweiterung wünschenswerth.

Die Zusammensetzung der Gase ist gut und der Koksverbrauch ein geringer. Der Winddruck ist ein geringerer ($16 : 14^{cm}$) und der Schacht hat im Verhältnifs zum Cylinder des Gasfangs einen zu grofsen Durchmesser. Die Analyse der Gase ergiebt auch mehr Kohlenoxyd als bei No. 1.

Die Hohöfen von Wez-Saint-Martin sind sehr »untersetzt«, und die Cylinder des Gasfangs haben im Verhältnifs zum Schacht einen zu geringen Durchmesser; daher ist der Koksverbrauch unter Berücksichtigung der reichen Eisensteine ein grofser. Besonders ist bei No. 1, infolge der geringen Pressung von 12^{cm}, der Koksverbrauch ein viel gröfserer. Bei diesem Ofen wird die Zusammensetzung und Temperatur der Gase durch die Beimischung der Lohe zu den Koks beeinflufst.

Auffallend ist die Abweichung, dafs die Gase aus der Mitte reicher an Kohlenoxyd sind, als die des Umkreises, welche zuerst nicht leicht zu erklären ist. Man mufs indessen berücksichtigen, dafs der Gasfang sich von allen anderen unterscheidet. Das mittlere Rohr hat für einen Cylinder von $3{,}70^{m}$ den verhältnifsmäfsig grofsen Durchmesser von $1{,}50^{m}$. Es bleibt also zwischen dem Rohre und dem Cylinder nur ein ringförmiger Zwischenraum von $1{,}10^{m}$ Breite für die Beschickung. Dazu kommt, dafs der freie Raum zwischen Cylinder und Schachtwand sehr gering ist. Alle diese Einrichtungen drängen die Gase nach dem mittleren Rohre hin, welches wahrscheinlich davon mehr abführt, als die seitlichen Ableitungen. Ebenso erklärt der grofse Durchmesser des mittleren Rohres den Ueberschufs an Kohlensäure in den Gasen des Umkreises; derselbe veranlafst eine Anhäufung des Koks in der Mitte und der übrigen Beschickung an den Schachtwänden. In Folge dessen ist die Vertheilung der Beschickung eine bessere und die Reduction findet unter günstigeren Bedingungen statt; daher rührt das höhere Verhältnifs von CO_2 und der geringe Koksverbrauch, der übrigens theilweise auch der hohen Temperatur des Windes (500^{0}) zugeschrieben werden mufs.

Was nun die bei den Hohöfen Luxemburgs angewandten Einrichtungen anlangt, so kann man, trotz der hohen Production dieser Hohöfen, die bei denselben angewandten Verhältnisse nur tadeln. Wie der Ofen No. 2 von Réhon, sind sie zu hoch und von zu grofsem Durchmesser für einen Winddruck von 15 bis 16^{cm}. Die Einrichtungen des Gasfangs sind aufserdem sehr fehlerhaft, so dafs sich dort besonders in der Mitte eine unthätige Säule bilden mufs. Diese Gründe sind mehr als genügend zur Erklärung des, trotz einer Windtemperatur von 550^{0}, grofsen Koksverbrauches von 1180^{kg}.

Die Reduction findet eben in den Hohöfen Luxemburgs in einem höheren Verhältnisse auf Kosten des festen Kohlenstoffs statt.

Fassen wir das Gesagte zusammen, so hebt die interessante Arbeit Jaumain's den Einflufs der Dimensionen, der Gasableitungen, des Winddruckes und die Art der Vertheilung der Beschickung auf den Koksverbrauch der Hohöfen hervor. Sie zeigt aufserdem, dafs der Gasfang mit offener Gicht nur anzurathen ist, wenn der Durchmesser des centralen Rohres, welches sich nach unten etwas erweitert, ein Drittel des Durchmessers des Cylinders übertrifft, und wenn der Cylinder selbst so aufgestellt ist, dafs seine Seiten genau in die Verlängerung der Schachtlinien fallen.

Der Unterzeichnete kann die obigen wichtigen Arbeiten nicht zur Veröffentlichung bringen, ohne seine Uebereinstimmung mit denselben, gestützt auf seine langjährige Erfahrung als Hohofen-Betriebsleiter, zum Ausdrucke zu bringen.

Die Consequenzen der in Obigem aus den Untersuchungen und Verhältnissen der betr. Hohöfen von Gruner gezogenen Schlüsse führten schon im Jahre 1868/69 zu der Construction der Hohöfen No. V und VI der Georgsmarienhütte bei Osnabrück, wie solche in Fig. 13, Tafel XVII dargestellt sind. Dieselben hatten senkrechte Schächte von 5^{m} Durchmesser und nur ein mittleres Rohr von 2^{m} Durchmesser; es blieb also ein Zwischenraum von $1{,}5^{m}$ Breite zur Beschickung.

Die Verhältnisse auf Georgsmarienhütte waren früher ganz aufsergewöhnliche.

Allein aus mulmigen, ganz armen, theils kieseligen und theils dolomitischen, manganhaltigen Eisensteinen der Zechsteinformation mufste möglichst viel graues Bessemerroheisen erblasen werden. Die Beschickung hatte nur $22{,}5$ bis $23{,}0$ pCt. Ausbringen und war aufserdem eine sehr wasserhaltige und dicht liegende. Die staubförmigen Eisensteine rieselten sehr leicht unreducirt ins Gestell und veranlafsten eine Stahlbildung.

Von den fünf im Rechnungsjahr 1872/73 im Betriebe befindlichen Hohöfen hatten No. I bis IV offenen Gasfang, bestehend aus Cylinder (trémie) mit 2 seitlichen Abzügen sowie mittlerem Gasrohre, waren also ähnlich wie die in Fig. 1 bis 11 incl. dargestellten Oefen eingerichtet. Die damalige Form des Hohofens II zeigt Fig. 12. Dieser am 1. October 1867 als erster mit geschlossener Brust und Schlackenform in Betrieb gesetzte Kokshohofen war bis zum 12. October 1877 im Betriebe und hatte nach untenstehender Zusammenstellung der Resultate der Oefen im Betriebsjahr 1872/73 von den Hohöfen No. I bis IV die besten Resultate gegeben.

Anno 1872/73	Beschickung	Koks	Eisen	Pro 1000^{kg} Eisen Verbrauch an		Beschickung pro 100^{kg} Koks	Ausbringen aus der Beschickung
				Beschickung	Koks		
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	pCt.
Hohofen No. I	38 068 740	18 375 000	8 681 400	$4385{,}1$	$2116{,}59$	$207{,}1$	$22{,}65$
» » II	50 288 325	24 281 666	11 595 600	$4336{,}84$	$2094{,}04$	$207{,}17$	$22{,}95$
» » III	43 232 690	20 836 666	9 787 150	$4417{,}29$	$2128{,}99$	$207{,}58$	$22{,}64$
» » IV	51 277 580	24 720 000	11 574 050	$4430{,}39$	$2135{,}81$	$207{,}61$	$22{,}53$
» » V	50 453 595	23 105 000	11 640 500	$4334{,}31$	$1984{,}88$	$218{,}46$	$22{,}66$

Uebertroffen werden die Resultate des Hohofens II jedoch von denjenigen des Hohofens V, welcher in der Fig. 13 dargestellt ist. Der Koksverbrauch desselben war um 110kg geringer, als derjenige des Hohofens II, obgleich auch das Ausbringen 0,30 pCt. geringer war. Der Ofen V würde noch bessere Resultate gegeben haben, wenn der Durchmesser des mittleren Rohres 3m gewesen wäre.

Alle Hohöfen der Georgsmarienhütte hatten in dem Jahre 1872/73 gleiche Verhältnisse in Bezug auf Winddruck, welcher, entsprechend den obigen Zahlen, 24 bis 26cm betrug. Die Temperatur des Windes war bei allen Oefen ebenfalls eine gleiche und betrug 200 bis 250° C.

Bei Hohöfen mit senkrechtem Schachte ohne Cylinder (trémie) und ohne seitliche Gasabzüge sind alle die oben von Gruner aufgeführten Gründe für Ansammlung der Koks und Gase an den Schachtwänden vermieden, und mit einem mittleren Gasrohre von genügender Länge und Weite erreicht man eine vollkommene Auflockerung der Beschickungssäule.

Aufser den von Gruner oben aufgestellten Grundbedingungen eines guten Ganges der Hohöfen wirken auf die von demselben hervorgehobenen Mängel noch wesentlich ein: das Mafs der Erweiterung des Schachtes von der Gicht zum Kohlensacke und die Weite des Gestells, oder vielmehr die Entfernung der Windformmündungen, sowohl von der Achse, als von der Innenkante des Gestells.

Nachdem die niedergehenden Gichten den Gasfang verlassen, wirkt auf die Auflockerung der Beschickung bezw. Ansammlung der Koks an den Schachtwänden nur noch das Mafs der Erweiterung des Schachtes von der Gicht zum Kohlensacke. Bei dem Niedergange der Gichten im Schachte wird der grofsstückige Koks aus den von Gruner auch aufgeführten Gründen um so mehr nach Aufsen hin gedrängt werden, je mehr die Erweiterung des Schachtes zu gröfserer Bewegung Veranlassung giebt. Je grofsstückiger die Körper, je flacher ist der Böschungswinkel, den dieselben bilden.

Wenn Materialien von verschiedenen Korngröfsen sich in Bewegung befinden, begeben sich die gröberen Stücke naturgemäfs nach aufsen. Am wenigsten wird ein Abrollen nach aufsen, bei den Hohöfen also nach den Schachtwänden hin, stattfinden, je geringer die Erweiterung nach unten, wenn also der Schacht senkrecht ist.

Auf die Erhaltung der Gestellwände und auf die vollständige Durchdringung der Schmelzsäule durch den Wind mufs mit Gruner, bei Abwägung der Zusammenwirkung aller auf den Hohofengang Einflufs habenden Umstände, mit Recht das gröfste Gewicht gelegt werden. Nicht allein aber die Form des Schachtes, die Höhe desselben im Verhältnifs zum Kohlensackdurchmesser, also das Verhältnifs $\frac{H}{D}$, sondern mehr noch die Weite des Gestells, oder vielmehr das Mafs der Entfernung der Formmündungen von der Achse desselben, wirkt auf die Möglichkeit der Durchdringung der Schmelzsäule durch den Windstrom, also auf den Gang der Hohöfen und deren Koksverbrauch ein.

Wenn die Hohöfen noch so wenig »untersetzt« sind, also das Verhältnifs $\frac{H}{D}$ noch so günstig ist, zu gleicher Zeit aber die Windformmündungen im Verhältnifs zur Durchdringlichkeit der Beschickung und Pressung des Windes zu weit von der Mitte des Gestells entfernt liegen, dann ist der Gang der Hohöfen ein ungünstiger.

Man legte früher, mochten die Gestelle weit oder eng sein, bei der Inbetriebsetzung der Hohöfen die Windformmündungen bündig mit der Innenkante des Gestells. In der Nähe der Formmündung ist selbstverständlich in einem Raume von gewisser Gröfse immer die höchste Temperatur. Die Gröfse und Form dieses Raumes höchster Temperatur hängt von der jeweiligen Durchdringlichkeit der Beschickung und der Pressung des Windes ab. Sind die Durchdringlichkeit und Pressung grofs, so wird die Ausdehnung des Raumes höchster Temperatur auch grofs sein. Die Temperatur in diesem Raume wird vor der Formmündung am gröfsten sein und nach der Oberfläche desselben hin abnehmen. Es ist nun für einen guten Gang nothwendig, dafs sich die Räume höchster Temperatur der einzelnen Windformen in der Mitte des Gestells und auch seitlich mindestens berühren, oder vielmehr noch so weit durchdringen, dafs überall im Gestelle gute Schmelzhitze herrscht. Die Form der Räume höchster Temperatur wird die eines Paraboloïds sein, dessen Brennpunkt nahe vor der Windformmündung liegt. Dasselbe hat, entsprechend seiner Form, seine gröfste Raumentwickelung nach der Mitte des Gestells und nach oben hin, wenn die Beschickung durchdringlich und die Pressung des Windes grofs ist; die Achse desselben wird eine nach oben gerichtete Curve bilden. Sind Durchdringlichkeit des Materials und Pressung des Windes gering, so wird die Ausdehnung der Räume höchster Temperatur auch gering sein. In allen Fällen aber werden diese Räume ihre Ausdehnung nicht allein in der Richtung vor der Formmündung finden, sondern sie werden sich naturgemäfs auch nach der entgegengesetzten Richtung, nach dem Gestellmauerwerk hin, auszudehnen suchen. Je dichter die Beschickung, und je höher die Pressung, um so mehr wird die Ausdehnung dieser Räume höchster Temperatur im Verhältnifs zu ihrer Gröfse nach rückwärts hin stattfinden, d. h. das Gestell wird sich rasch erweitern, falls die Formmündung bündig mit der Innenkante des Gestells gelegt wurde. Die gröfsere oder geringere Feuerfestigkeit der Gestellsteine wirkt dabei nur sehr wenig aufhaltend.

Es ist von dem Unterzeichneten bei den betreffenden Versuchen constatirt, dafs selbst, wenn die Umgebung der Form aus stark mit Wasser gekühltem Gufseisen bestand, die Haltbarkeit derselben gleich Null war.

Wie oft kam und kommt es vor, dafs bündig mit der Innenkante des Gestells gelegte Formen wenige Tage nach dem Anblasen des Hohofens der Unterlage heraubt sind und ihre Nasen senken. Früher zog man dann die Formen zurück, vergröfserte damit die Entfernung der Formmündungen von der Mitte des Gestells und schaffte erst recht in der Mitte des Gestells vom Wind unerreichbare Räume, d. h. einen schlechten Gang bei übergrofsem Koksverbrauche. Dieser trat ein, gleichgültig, wie die Form und Einrichtung von Rast, Schacht und Gasfang war.

Man kann diesem Uebel dann auch nicht immer durch gröfseren Winddruck abhelfen, weil der Raum höchster Temperatur vor jeder Windform sich auch nach oben entwickelt und sich nicht nothwendig allein vor der Form so zu entwickeln braucht, dafs er den durch das Zurückziehen derselben vergröfserten, mittleren todten Raum berührt oder gar durchdringt.

Der Durchdringlichkeit einer jeden Beschickung entspricht bei gegebener Windpressung eine gewisse Entfernung x, Fig. 14, der Windformmündung von der Achse des Gestells. Denselben Voraussetzungen entspricht eine gewisse Ausdehnung y, Fig. 14, des Raumes höchster Temperatur nach rückwärts. Gleich der Ausdehnung y mufs der Vorstand der Windform vor der Innenkante des Gestells sein, damit die Gestellwand, bestehe sie aus feuerfesten Steinen oder gekühltem Gufseisen, erhalten bleibe.

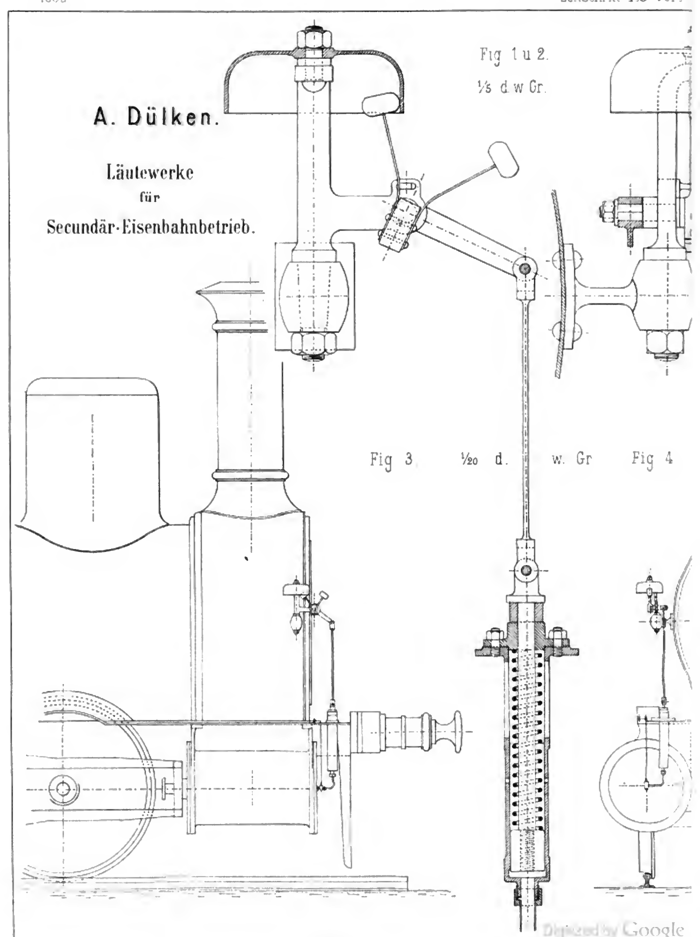
$2(x + y)$ geben den Durchmesser des Gestells.

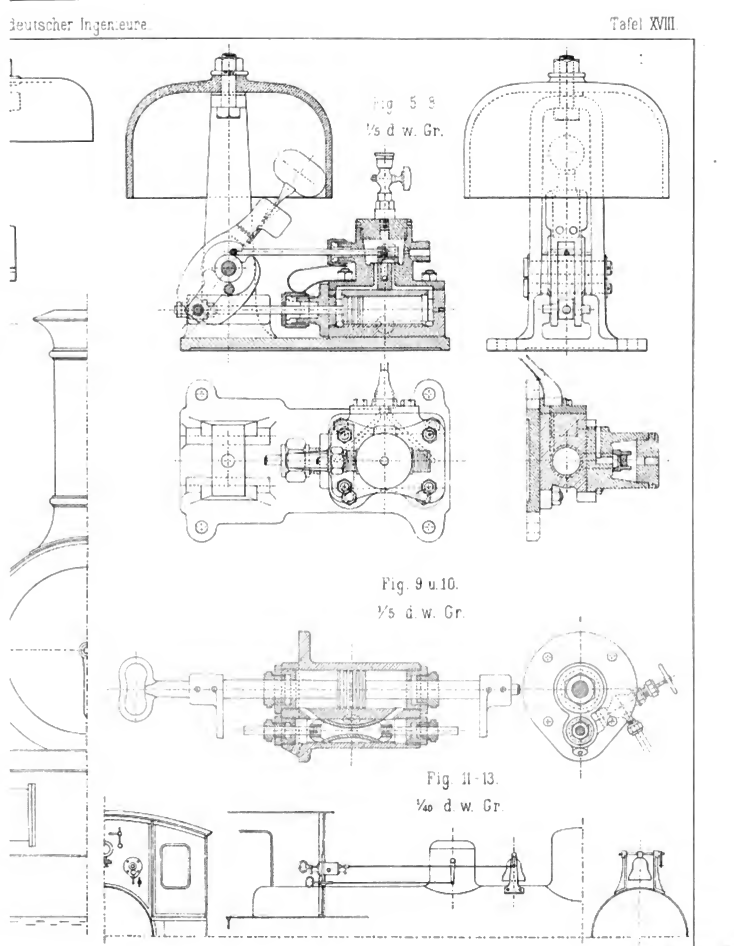
Die jeweiligen Entfernungen x und y der Windformmündungen von der Achse sowie von der Innenkante des Gestells können nur durch sorgfältige Erwägung aller mafsgebenden Verhältnisse bestimmt werden.

Der Unterzeichnete spricht schliefslich noch die Hoffnung aus, dafs die wichtigen Beiträge, welche Hr. Jaumain durch die obigen Resultate zur Beurteilung der besten Verhältnisse der Hohöfen geliefert hat, zur Feststellung und Veröffentlichung solcher auch von anderen Hüttenleuten anregen. Freilich werden die Resultate verschiedener Hohöfen nur dann miteinander verglichen werden können, wenn die übrigen Verhältnisse, also die der Erze und des Products dieselben sind. Für Hohöfen, bei welchen diese verschieden, sind die Resultate nicht so ohne Weiteres vergleichbar, wie auch die Höhe der Production und der Koksverbrauch durchaus keine Vergleichsgrundlage liefern, obgleich diese gewöhnlich als mafsgebend angesehen werden. Viel eher würde zur Vergleichung der allgemein gültigen Verhältnisse von Hohöfen mit verschiedenen Erzen und verschiedener Production die durchgeblasene Kohlenstoffmenge eine Vergleichsgrundlage liefern.

Der Unterzeichnete stellt diesen Vorschlag zur Erwägung.

Fritz Lürmann.


A. Dülken.
Läutewerke
für
Secundär-Eisenbahnbetrieb.
Fig 1 u 2.
⅕ d. w. Gr.
Fig 3.
¹⁄₂₀ d. w. Gr
Fig 4


Fig. 5–8
1/5 d. w. Gr.
Fig. 9 u. 10.
1/5 d. w. Gr.
Fig. 11-13.
1/40 d. w. Gr.

Ueber Läutewerke für Secundär-Eisenbahnbetrieb.

Von A. Dülken in Düsseldorf.

(Hierzu Tafel XVIII.)

Bald nach Einführung des Secundär-Betriebes auf den weniger frequentirten Nebenlinien der deutschen Eisenbahnen stellte sich die Nothwendigkeit heraus, die auf diesen Linien laufenden Locomotiven aufser der Dampfpfeife mit einer weiteren Signalvorrichtung zu versehen, um vor Passirung der unbewachten Uebergänge deutliche und weit hörbare Warnsignale geben zu können; es wurden zu diesem Zwecke durchgängig Läutewerke gewählt.

Es lag nun nahe, diese Vorrichtungen so zu construiren, dafs sie durch den Mechanismus der Maschine in Bewegung gesetzt wurden; doch waren die Läutewerke hierdurch vom Gang resp. der Geschwindigkeit der Locomotive abhängig und erwiesen sich diese Constructionen bald als unzweckmäfsig, theils wegen des unzuverlässigen Arbeitens, theils wegen der Schwierigkeit des Anbringens an Locomotiven von verschiedenen Systemen; aufserdem waren diese Apparate infolge der starken Stöfse und Schläge, welche sie durch den Antrieb von der Pleuelstange oder Excenter u. s. w. aus erlitten, so bedeutenden Reparaturen unterworfen, dafs diese Systeme rasch aufgegeben wurden.

Zunächst construirte man nun Läutewerke, die nicht mehr durch die Bewegungsmechanismen der Maschine, sondern vermittelst Dampfes in Betrieb gesetzt wurden, und zwar erschien zuerst das auf Taf. XVIII, Fig. 1 bis 4 dargestellte Läutewerk. Dieser Apparat besteht aus einem kleinen Dampfcylinder, welcher an dem Laufbrett der Maschine befestigt und durch ein Kupferrohr mit eingeschaltetem Absperrhahn mit einem Cylinder der Locomotive in Verbindung gebracht ist. Der Dampfabsperrhahn, welcher in der Mitte des Cylinderdeckels eingebohrt, läfst sich durch eine Zugstange vom Führerstande aus leicht öffnen und schliefsen.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich, befindet sich in dem kleinen Dampfcylinder über dem Kolben eine starke Spiralfeder, und die Kolbenstange ist durch eine Zugstange mit dem Hebelarm des Doppelhammers in Verbindung gesetzt.

Das Functioniren des Läutewerkes ist höchst einfach und geschieht auf folgende Weise: Sobald der Dampfhahn geöffnet wird, tritt beim Rückwärtsgehen des Locomotivkolbens Dampf hinter den Kolben des kleinen Cylinders und schnellt denselben vorwärts, wodurch die Feder zusammengeschoben und der Hebel aufwärts gedrückt wird, und es erfolgt ein Schlag mit dem einen Hammer auf die Glocke; bewegt sich dagegen der Locomotivkolben nach vorwärts, so tritt kein Dampf in den kleinen Cylinder, sondern es kommt nun die vorher zusammengeschobene Spiralfeder zur Wirkung, welche den Kolben nebst Hebel abwärts drückt und so ein Anschlagen des zweiten Hammers auf die Glocke bewirkt.

Der unter dem Kolben befindliche Dampf kann durch in die Cylinderwandung gebohrte Ausströmungsöffnungen entweichen, sobald die untere Kolbenfläche dieselben erreicht; hierdurch wird der Hub des Kolbens begrenzt. Um beim Rückgange des Kolbens etwaige Stöfse aufzufangen, ist zwischen dem Cylinderdeckel und dem oberen Theile der Kolbenstange ein Gummibuffer eingeschaltet.

Wenn nun dieses Läutewerk im allgemeinen den an einen solchen Apparat gestellten Anforderungen auch entsprach, so litt es doch an dem Uebelstande, dafs es vom Gange der Maschine abhängig blieb, d. h., ein Läuten bei geschlossenem Regulator nicht möglich war, was besonders beim Durchlaufen geneigter Ebenen und beim Einfahren in die Stationen störend wirkte und der Einführung dieses sonst handlichen Apparates hindernd im Wege stand.

Um allen Ansprüchen gerecht zu werden, mufste ein Läutewerk construirt werden, welches ganz unabhängig vom Bewegungsmechanismus sowohl, als auch vom Gange der Maschine überhaupt ist, d. h. mittelst dessen man im Stande ist, zu läuten, ganz gleichgültig, ob die Locomotive sich in Bewegung befindet oder stille steht.

Zwei solcher Läutewerke sind nun auf Taf. XVIII in den Fig. 5 bis 13 dargestellt, und es genügt folgende kurze Beschreibung, um Construction und Function vollkommen verständlich zu machen.

Der erste dieser beiden Dampfläuteapparate (System Pohl, D. R.-P. No. 2051) besteht

1. aus der Fufsplatte mit aufgegossenem Ständer resp. Glockenträger, worin gleichzeitig die Coulissenführung angeordnet ist,
2. dem Dampfcylinder mit Kolben und Kolbenstange,
3. dem Schieberkasten mit Schieber und Stange,
4. der Coulisse mit Hammer und
5. der Stahlgufsglocke.

Die aufserordentlich compendiöse Form des Apparates gestattet die Montirung desselben fast an jeder Stelle der Locomotive, und kann derselbe entweder auf die Laufplatte, auf das Führerschutzdach oder mittelst eines einfachen Bockes aus Flacheisen auf den Langkessel aufgeschraubt und durch ein Kupferröhrchen von 6 bis 8 ^{mm} lichter Weite, welches mit einer Ueberwurfmutter an dem hinteren Stutzen des Schieberkastens befestigt wird, mit dem am Führerstande befindlichen Dampfzulafsventilchen in Verbindung gebracht werden.

Um ein sicheres Ansetzen und einen stets leichten Gang zu erzielen, sind am Boden des Cylinders zwei Kanäle zur Abführung des etwa sich bildenden Condensationswassers angeordnet, auch ist Sorge dafür getragen, dafs beim Stillstehen der Hammer sich stets auf die eine oder andere Seite der Glocke anlegt und somit immer ein Dampfkanal offen bleibt; zur Vermeidung des Losschlagens der Stopfbüchsen an Kolben- und Schieberstange ist eine gemeinschaftliche Federversicherung angebracht.

Die Inbetriebsetzung des Läutewerkes geschieht durch einfaches Oeffnen des Dampfventilchens und wird die Umsteuerung der kleinen Maschine durch eine Aussparung in dem Coulissenstück, in welche das T-förmige Ende der Schieberstange eingreift, bewirkt und so ein stetes Hin- und Hergehen des Kolbens hervorgerufen. Der Schieber ist so eingestellt, dafs vor Beendigung eines jeden Hubes schon Dampf dem Kolben entgegen in den Cylinder eintritt, wodurch ein Dampfkissen gebildet wird, welches sowohl ein Anstofsen des Kolbens an die Cylinderdeckel, als auch ein zu starkes Aufschlagen des Hammerführers auf den Arretirungsbolzen verhindert.

Der ganze Apparat hat nur eine geringe Anzahl sich bewegender Theile, die sehr solide und kräftig construirt und dabei sicher geführt sind, so dafs sie der Abnutzung und Reparatur wenig unterliegen.

Die Vorzüge dieses Läutewerkes lassen sich dahin zusammenfassen:

> Vollständige Unabhängigkeit vom Locomotivmechanismus; gänzliche Unabhängigkeit vom Locomotivsystem; vollkommen sicherer und ruhiger Gang.

Die Zahl der bei den deutschen und fremden Bahnen in Betrieb befindlichen Läutewerke dieser Construction dürfte 500 Stück übersteigen.

Wir kommen nun zum dritten, in Fig. 9 bis 13 dargestellten Apparate. Derselbe ist ursprünglich eine amerikanische, aber vom Schreiber dieser Zeilen vereinfachte Construction und ist ebenfalls vollkommen unabhängig vom Gang und Bewegungsmechanismus der Maschine.

Dieses Läutewerk, welches auch vielfach Aufnahme gefunden hat, besteht aus einem Dampfcylinder mit Befestigungsflansche und dem Schieberkasten nebst Schieber und Dampfzulafsventilchen.

In dem Dampfcylinder befindet sich der Kolben mit auf beiden Seiten durchgehender, starker Kolbenstange, an deren einem Ende ein Handgriff, an dem anderen dagegen eine Zugstange angekuppelt ist; aufserdem sitzen auf der Kolbenstange noch zwei Anschlagekolben, die in genau abgemessener Stellung auf derselben aufgekeilt sind und zur Umsteuerung des Schiebers dienen.

Im Schieberkasten, der cylindrisch ausgebohrt ist, liegt ein langer, innen hohler Schieber, an dessen Stirnseiten die ebenfalls auf beiden Seiten hervorstehenden Schieberstängelchen eingeschraubt sind. Der Schieber selbst ist in seiner Längenrichtung concav ausgedreht und behält nur an beiden Enden kleine cylindrische Dichtungsflächen. Der durch die Ausdrehung entstehende Hohlraum zwischen Schieber und Schieberkasten dient zur Aufnahme des Betriebsdampfes.

Das Läutewerk ist auf der Zeichnung in seiner Ruhestellung dargestellt; um dasselbe in Betrieb zu setzen, schiebt

oder zieht man mittelst des Handgriffes den Kolben nach vor- oder rückwärts, wobei die auf der Kolbenstange sitzenden Anschlagstücke den Schieber mitnehmen; infolge dessen wird der eine Dampfkanal des Cylinders geöffnet, der im Hohlraume des Schiebers befindliche Dampf tritt hinter den Kolben und bewegt denselben vorwärts, bis das zweite Anschlagstück wiederum den Schieber umsteuert und so der entgegengesetzten Kolbenseite Dampf zuführt; es wiederholt sich auf diese Weise das Wechselspiel des Kolbens, und die an der Kolbenstange angekuppelte Zugstange setzt die Glocke in schwingende Bewegung, oder, wenn die Glocke feststeht, wird der Schlägel in hin- und hergehende Bewegung gesetzt und gegen die Glockenränder gestofsen.

Der Abdampf der vorderen Cylinderseite entweicht direct durch die vorn unten befindliche Ausströmung, wogegen der Abdampf der hinteren Seite durch den hohlen Schieber zur Ausströmungsöffnung gelangt; die Ausströmungsöffnung dient gleichzeitig zur Ableitung des Condensationswassers aus dem Cylinder.

Zur Aufserbetriebsetzung des Apparates ist es nicht nöthig, den Dampf abzusperren, sondern es genügt ein Anhalten des Griffes und Stellung des Schiebers auf die Mitte; vermittelst eines kleinen Stofses oder Zuges läfst sich dieser Apparat sofort wieder in Betrieb setzen.

Dieses Läutewerk kann, statt mit Dampf, auch mit der Hand betrieben werden.[1])

Doppelindicator, Patent Schäffer & Budenberg.

Von C. Prüsmann, Buckau-Magdeburg.

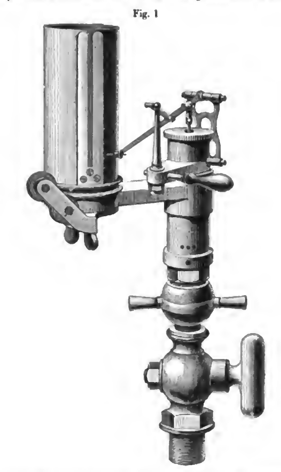
Die Erfindung des Indicators ist so alt, wie die der Dampfmaschine, und bei Betrachtung der im Laufe der Zeit entstandenen und wieder verlassenen Indicator-Constructionen kann man mit Recht behaupten, dafs dieses Instrument ganz ähnliche Umwandlungen durchgemacht habe, wie die Dampfmaschine selbst. Watt gebrauchte den Indicator zur Beurteilung seiner ersten Dampfmaschine, und wie das Grundprincip der Maschine bis heute dasselbe geblieben ist, hat auch das Princip des Indicators, aus Cylinderpressung und Kolbenweg eine graphische Aufzeichnung zu geben, keine Aenderung erfahren. Es würde mich hier zu weit führen, wollte ich in einem Ueberblicke über die verschiedenen Indicator-Constructionen auch nur oberflächlich berichten, auch ist dieses Thema in einer Reihe von Schriften eingehend behandelt worden. Anschliefsend daran sei nur bemerkt, dafs bei der grofsen Vollkommenheit der jetzt gebräuchlichen neueren Indicatoren die Verbesserungen sich folgerichtig auf kleinere Constructionsdetails beschränken mufsten; diese sind aber bei dem grofsen Werthe, welchen man auf vollkommen exacte Diagramme legt, deshalb nicht weniger wichtig. Freilich bin ich ebenfalls der Ansicht, dafs man den Reclameschriften einzelner Fabrikanten, in welchen ganz unwesentliche Aenderungen, denn als solche sind sie oft nur zu bezeichnen, als unentbehrliche Verbesserungen hingestellt werden, keinen zu grofsen Werth beilegen darf. Wer in die Lage gerathen ist, die verschiedenen Indicator-Constructionen praktisch zu prüfen, bei denen anstatt des mit einer Spiralfeder belasteten Kolbens Manometerfedern benutzt werden, oder bei denen die Drehung der Papiertrommel durch den Dampfdruck im Cylinder und dementsprechend der Auf- und Niedergang des Stiftes durch die Kreuzkopfbewegung bewirkt wird, der wird z. B. gefunden haben, dafs diese Indicator-Constructionen für viele Fälle geradezu unbrauchbar sind. Der bekannte Richard'sche Indicator und zwar in der verbesserten Thompson'schen Construction (s. Fig. 1) ist bis heute ohne Zweifel das beste existirende Instrument. Ich habe oft Gelegenheit gehabt, mit diesem Instrumente vergleichende Versuche anzustellen und dabei constatirt, dafs der Thompson-Indicator auch unter den schwierigsten Verhältnissen, d. h. beim Indiciren von Maschinen mit hoher Tourenzahl und verhältnifsmäfsig geringer Compression, ausgezeichnet functionirt.

Neuerdings sind auch an diesem Instrumente mehrfach Aenderungen vorgenommen; (vergl. den betr. Aufsatz von

[1]) Die Apparate werden in meiner Fabrik angefertigt. D.

P. H. Rosenkranz in Jahrg. 1881, Heft 3, S. 170 dieser Zeitschrift) diese sind aber unwesentlich im Vergleiche zu den Vorzügen der den Thompson-Indicator charakterisirenden Anordnung der Geradführung und des Kolbens, wenigstens tragen sie nicht dazu bei, bessere Diagramme zu erhalten.

Fig. 1



Die einzige Garantie für ein gutes Functioniren des Indicators ist und bleibt die gute Bearbeitung des Instrumentes und diese auch nur dann, wenn letzteres sich in gutem Zustande befindet und richtig behandelt wird.

Doppelindicator Patent Schäffer & Budenberg.

Der Unterschied dieses Instrumentes dem Thompson-Indicator gegenüber besteht nicht in einer Aenderung der vorher genannten integrirenden Theile desselben, (Kolben und Geradführung) sondern in einer Combination zweier Indicatoren, die gemeinschaftlich auf ein und denselben Zeichenstift wirken (s. Fig. 2).

Das Princip ist folgendes. Die Diagramme, welche man mit den bisher ausschliefslich verwendeten Indicatoren nach Richards, Thompson etc. gewinnt, geben bekanntlich kein directes Bild des aus den Drücken vor und hinter dem Dampfmaschinenkolben resultirenden Gesammtdruckes auf die Kolbenstange der Maschine, sondern nur ein Bild des während einer Umdrehung an ein und derselben Cylinderseite stattgehabten Druckes.

Der obere Theil, d. i. die Dampf- und Expansionslinie eines solchen Diagrammes, gehört eigentlich nicht zu der darunter stehenden Rückgangslinie, sondern zu derjenigen Rückgangslinie, welche entstehen würde, wenn man gleichzeitig die andere Cylinderseite indicirte. Wenn man trotzdem in der bisherigen Praxis in ein solches Diagramm die Rückgangslinie derselben Cylinderseite umgekehrt hineinzeichnet, so nimmt man an, dafs die Maschine mit beiden Seiten des Cylinders und bei zwei auf einander folgenden Touren gleichmäfsig gehe;

setzt man den Indicator, wie es auch oft geschieht, nach einander durch Umschalten eines Dreiwegehahns mit beiden Cylinderseiten in Verbindung, so nimmt man an, dafs die Maschine während mehrerer Touren gleichmäfsig gehe.

Alle diese Annahmen können unter Umständen zu Fehlern führen, die nur bei Anwendung von zwei Indicatoren und bei Aufwendung grofser Mühe dadurch beseitigt werden, dafs man gleichzeitig die Zeichenstifte beider Indicatoren andrückt, so dafs also gleichzeitig mit der oberen Diagrammcurve des einen Indicators die zugehörige Gegendruck- (Rückgangs-) Curve des anderen Indicators geschrieben wird. Man mufs dann diese Linien durch Hand in ein einziges Diagramm zusammentragen, um durch Subtraction der correspondirenden Ordinaten die Abstände zu bekommen, welche den auf die Kolbenstange wirklich wirkenden Druck darstellen.

Cylinderseite; die ganze geschlossene Curve giebt die Gesammtarbeit während einer Umdrehung.

Das Gesagte gilt, wie schon bemerkt, dann, wenn beide Indicatorhähne geöffnet sind; öffnet man nur den einen oder den andern, so bekommt man die Einzeldiagramme in der jetzt allgemein üblichen Form von beiden Cylinderseiten getrennt. Wenn man beide Einzeldiagramme und aufserdem das combinirte Diagramm auf denselben Papierstreifen schreiben läfst, wobei nur mit den Hähnen operirt zu werden braucht und der Indicator selbst unverändert gelassen werden kann, bekommt man ein in jeder Beziehung übersichtliches Bild, aus dem alle Einzelheiten des Diagrammes anschaulich sind, und welches die Berechnung der Kraftleistung der Maschine aufserordentlich erleichtert.

Zur näheren Erläuterung sind die Linien des in Fig. 3 gezeichneten Diagramms in Fig. 4 entsprechend zusammengestellt.

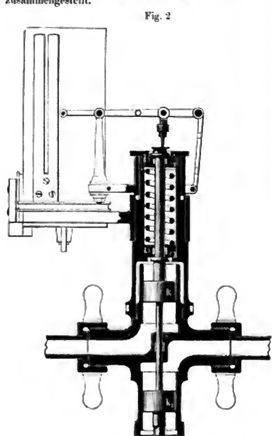


Fig. 2

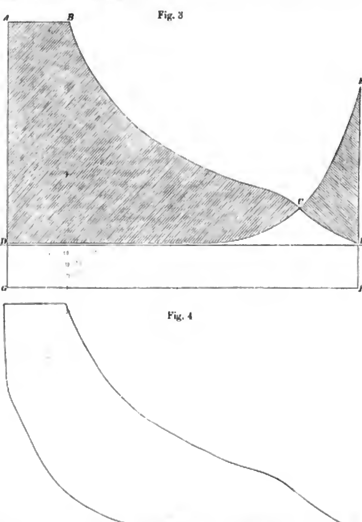


Fig. 3

Fig. 4

Nach dem Gesagten ergiebt sich die leitende Idee für die Construction des Doppelindicators von selbst. Zwei Indicatorkolben k und k_1 (s. Fig. 2) sitzen an derselben Stange s. Bei geöffneten Indicatorhähnen steht Kolben k unter Einwirkung des Druckes der einen, Kolben k_1 unter Einwirkung des Druckes der anderen Seite des Maschinencylinders und beide wirken einander entgegen bei Hochdruckmaschinen, sich gegenseitig unterstützend, also nach einer Richtung drückend bei Condensationsmaschinen, so dafs beim Hingange des Kreuzkopfes der Maschine die Feder nach oben, beim Hergange nach unten um die Differenz beider Cylinderpressungen (positiv gerechnet) comprimirt, also stets auf Druck beansprucht wird.

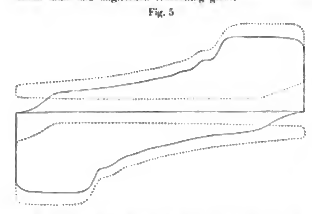
Das entstehende Diagramm ist eine zum Theil oberhalb, zum Theil unterhalb der atmosphärischen liegende Linie; die Entfernung von der atmosphärischen Linie ist jedesmal der wirkliche Druck auf die Kolbenstange; der Curventheil oberhalb der atmosphärischen Linie repräsentirt die Arbeit der einen, der Theil unterhalb derselben die Arbeit der anderen

In dem auf der folgenden Seite abgedruckten, mit einem Doppelindicator nach Fig. 2 genommenen Diagramme (Fig. 5) repräsentiren die punktirten Linien die Einzeldiagramme, die ausgezogene Linie zeigt dagegen das combinirte Arbeitsdiagramm. Es ist absichtlich von einer Maschine mit starkem Gegendrucke genommen, um den Einflufs dieses Umstandes auf das Arbeitsdiagramm deutlich vor Augen zu führen.

Unterschiedlich von der Construction Fig. 2 wird der Doppelindicator auch mit nur einem Kolben ausgeführt, auf welchen der Druck von beiden Seiten des Cylindes direct wirkt. Das eigentümliche Arrangement der Feder, welche beim Auf- und Niedergang stets auf Druck beansprucht wird, ist auch bei dem Doppelindicator mit einem Kolben dasselbe. Eben durch die Feder, welche nach beiden Ausschlagsrichtungen gleiche Wege zurücklegt, unterscheidet sich die Schäffer

& Budenberg'sche Construction von älteren, bei welchen ein zweiseitig belasteter Kolben direct an einer Feder aufgehängt ist, welche sonach auf Druck und Zug beansprucht werden mufs und ungleichen Ausschlag giebt.

Fig. 5



Es soll hier noch auf einen principiellen Vortheil des Doppelindicators gegenüber allen anderen Constructionen aufmerksam gemacht werden. Derselbe ist nämlich unabhängig von den Einflüssen des wechselnden Barometerstandes. Während bei anderen Indicatoren über dem Kolben der Druck der äufseren Luft sich befindet, ist beim Doppelindicator der Kolben inbezug auf diesen Druck entlastet. Wenn man bedenkt, dafs die Indicatorfedern immer nur für einen bestimmten Barometerstand richtig justirt werden können, dafs aber andererseits durch die fortwährenden Barometerschwankungen und durch die verschiedene Höhenlage der zu indicirenden Maschinen, welche Berglocomotiven oder unterirdische Wasserhaltungsmaschinen sein können, der Gegendruck auf den Indicatorkolben sehr verschieden sein kann, so ist klar, dafs der Doppelindicator bedeutend richtigere Diagramme giebt, als ein einfacher Indicator, bei dem leider nur zu oft der Einflufs des Barometerstandes ganz aufser Acht gelassen wird.

Was nun speciell die Ausführung des Instrumentes betrifft, so sei hier noch folgendes bemerkt. Die Anschlufsconusstücke für die Verbindungsrohre, welche jedem Indicator beigegeben werden, sind so bemessen, dafs sie in alle vorhandenen Indicatorhähne passen. Der Doppelindicator mit zwei Kolben ist so eingerichtet, dafs das untere Kreuzstück gegen ein einfaches Untertheil des Thompson-Indicators ausgewechselt, d. h. das Instrument Fig. 2 in ein solches nach Fig. 1 verwandelt werden kann. Der Doppelindicator mit einem Kolben kann mit seinem unteren Ende direct auf den Indicatorhahn geschraubt werden. Beide Varianten wirken nach Einsetzung einer entsprechend schwächeren Feder dann ganz so, wie der einfache Thompson, nur dafs die Feder für den Ausschlag nach unten, also für Vacuum, ebenfalls auf Druck beansprucht wird.

Der Umstand, dafs bei dem Doppelindicator die Einzeldiagramme nur halb so hoch werden wie beim einfachen, ist ohne Nachtheil, da die Berechnung, sei es nun unter Benutzung der Thompson'schen Regel oder bei Anwendung des Planimeters, nach dem combinirten Diagramm erfolgt.

Landwirthschaft.

Zugkräfte und Leistungen der Getreidemähemaschinen. Seit der Arbeitermangel in der Landwirthschaft aufgehört hat, werden verhältnifsmäfsig wenig Mähemaschinen verkauft, und die Landwirthe haben auch kein grofses Interesse mehr daran, die verschiedenen Mähemaschinen neben einander arbeiten zu lassen und dabei ihre Vorzüge und Nachtheile festzustellen. Der Landesculturrath des Königreichs Sachsen, der sich seit längerer Zeit mit den Vorarbeiten zu einer Prüfungsstation für landwirthschaftliche Maschinen beschäftigt und zu diesem Zwecke Kraftmessungen an verschiedenen Maschinen vornehmen läfst, veranlafste jedoch auch derartige Messungen an einer Anzahl von Mähemaschinen, die insofern von grofsem Interesse sind, als sie an sehr verschiedenartigen

Maschinen mit einem in Deutschland kaum gebräuchlichen Kraftmesser von einem sehr gewandten Experimentator vorgenommen wurden. Der Bericht über diese schon im Sommer 1879 in Lockwitz bei Dresden ausgeführten Versuche erschien erst kürzlich im Civilingenieur und als Sonderabdruck aus demselben im Buchhandel.[1])

Die Versuche verzichteten darauf, die Mähemaschinen allseitig zu prüfen und suchten nur die Zugkräfte und Leistungen zu bestimmen und aus diesen Messungen einige Schlüsse zu ziehen, welche die Vergleichung der Maschinen erleichtern. Unter den 9 geprüften Getreide-Mähemaschinen befand sich eine in der Praxis selten angewandte Maschine mit Handablage, die veraltete Mc. Cormick'sche Construction, 4 Selbstableger gewöhnlicher Construction, die Buckeye mit Tafelrechen und zwei erst seit wenigen Jahren in Gebrauch gekommene Mähemaschinen zum Binden der Garben.

Die Kraftmessungen wurden von Professor Dr. Hartig geleitet; der dazu verwendete, aus England bezogene Kraftmesser war vom landwirthschaftlichen Museum in Berlin geliehen.

In Deutschland bedient man sich zu derartigen Kraftmessungen gewöhnlich einfacher Federwagen, welche nur eine Vorrichtung haben, um die Schwankungen des Zeigers auf ein von einem Uhrwerke bewegtes Papier aufzuzeichnen, so dafs man nach vollendetem Versuche leicht die richtige Mittelkraft bestimmen kann, wenn sich die Maschine mit gleichmäfsiger Geschwindigkeit bewegte, was bei Mähemaschinen gewöhnlich der Fall ist.

Der in Lockwitz verwendete und im Berichte durch Zeichnungen erläuterte Kraftmesser, welcher mehr als 6000 ℳ kostet, ist zwar auch eine Federwage, bildet aber einen kleinen Wagen für sich, an welchem vorn die Pferde angespannt werden, während man hinten die zu prüfende Maschine befestigt. Bei diesem Kraftmesser kann man sowohl die Durchbiegungen der Feder auf ein von einem Fahrrade aus bewegtes Papier aufzeichnen, als auch an einem Zählwerke die geleistete Arbeit ablesen. Zu letzterem Zwecke wird von einem Fahrrade aus durch eine Kette eine ebene Scheibe auf horizontaler Achse bewegt, und gegen diese grofse Scheibe wird eine kleine Rolle federnd angedrückt, deren Welle das Zählwerk in Bewegung setzt, sobald sich die Scheibe dreht. Die Rolle steht mit der Feder zum Kraftmessen in Verbindung und befindet sich im Mittelpunkte der Scheibe, solange die Feder nicht angespannt wird; sie dreht sich also nicht mit der Scheibe. Wirkt aber eine Kraft auf die Feder, so bewegt sich die Rolle proportional dieser Kraft auf der Scheibe radial auswärts, und ihre Umdrehungszahl ist proportional dem Producte aus der Entfernung vom Mittelpunkte der Scheibe und der Umdrehungszahl der Scheibe; sie ist also proportional dem Producte von Kraft und Weg und giebt mit einer Constanten multiplicirt die wirklich geleistete Arbeit, wenn weder zwischen Mefsrad und Boden, noch zwischen Rolle und Scheibe ein Gleiten stattfindet. Ersteres wird nie ganz zu verhindern sein, und letzteres sucht man dadurch zu vermeiden, dafs man der Rolle rasche, radiale Bewegungen auf der Scheibe unmöglich macht, indem man mit der Rolle auch einen Kolben in einem Cylinder hin- und herbewegt und den Cylinder, dessen beide Enden durch einen engen Kanal mit einander verbunden sind, ganz mit Oel füllt. Bewegt sich der Kolben langsam im Cylinder, so findet das Oel im Kanale ganz unbedeutenden Widerstand; will sich aber der Kolben infolge eines Stofses sehr rasch bewegen, so wächst der Widerstand im Kanale aufserordentlich rasch und verhindert die rasche Bewegung des Kolbens und der Rolle. Bei dem in Lockwitz gebrauchten Kraftmesser ging die Kolbenstange nicht durch den ganzen Cylinder hindurch; man konnte deswegen die angestrebte Wirkung nicht erzielen und unter Umständen sogar einen luftleeren Raum erhalten, der die Durchbiegung der Feder beeinflufst und falsche Ablesungen erzeugt. Man füllte deswegen den Oelcylinder nur so weit, als es zum Schmieren

[1]) Untersuchungen über Leistung und Arbeitsverbrauch der Getreidemähemaschinen, von Dr. E. Hartig, königl. sächs. Reg.-Rath, Professor am königl. Polytechnikum in Dresden. 36 S. mit 9 lith. Tafeln. Separat-Abdruck aus dem XXVII. Bande des »Civilingenieur«. Leipzig, 1881.

nöthig war, bekam aber dann auch die raschen radialen Bewegungen der Rolle und das damit zusammenhängende Gleiten der Rolle auf der Scheibe, so dafs ganz bedeutende Fehler entstanden. Nach Hartig's sorgfältigen Untersuchungen betrug das Gleiten des Mefsrades 2,2 bis 6,1 pCt. und zwar am meisten, wenn die Pferde beim Mähen stark zogen, am wenigsten, wenn sie nur den Kraftmesser allein über das Feld bewegten. Dieser Unterschied im Gleiten wird der Entlastung des Kraftmessers durch die etwas aufwärts ziehende Kraft in den Strängen zugeschrieben, und hätte dann wahrscheinlich vermieden werden können, wenn man den Zughaken am Kraftmesser etwas höher gestellt hätte. Noch weit gröfser war das Gleiten der Rolle auf der Scheibe, nämlich durchschnittlich 17,6 pCt., so dafs man im Ganzen die abgelesene Arbeit durchschnittlich 22,3 pCt. kleiner fand, als die aus der mittleren Zugkraft und dem gemessenen Wege berechnete. Für die folgende Tabelle ist die Zugkraft als Mittel aus der gemessenen Kraft und der am Kraftmesser abgelesenen und um 28,8 pCt vergröfserten Arbeit bestimmt. Der Vortheil dieses Verfahrens ist nicht recht klar, denn wenn auch bei 22 Messungen die Arbeit am Kraftmesser zu 77,8 pCt. der aus Kraft und Weg berechneten gefunden wurde, so ist doch anzunehmen, dafs bei den übrigen Versuchen die abweichend gefundenen Werthe auch durch anderes Gleiten bedingt waren, so dafs wahrscheinlich die Berechnung aus Kraft und Weg diesem Mittelwerthe vorzuziehen gewesen wäre.

Von den in der Tabelle aufgeführten 9 Mähemaschinen sind die ersten sieben im Berichte durch sehr gute Zeichnungen wiedergegeben und im Texte beschrieben, während bezüglich der beiden letzten, sehr complicirten Maschinen auf die betreffenden Patentschriften verwiesen ist. Einige allgemeine Angaben über die geprüften Maschinen geben die Spalten 1 bis 5 der Tabelle. Die Spalten 6 bis 9 geben die bei der Kraftmessung beobachteten Fahrgeschwindigkeiten, Schnittbreiten und Leer- und Arbeitszüge. Die Spalten 10 und 11 geben die Leistungen beim Mähen gröfserer Flächen von etwa 18 bis 40ᵃ zuerst so, wie sie sich aus der ganzen Arbeitszeit ergeben, und dann so, wie man sie findet, wenn man alle Zeitverluste durch Aufenthalte von der ganzen Arbeitszeit abzieht und die Leistung auf diese wirkliche Arbeitszeit bezieht.

Die Spalten 12 bis 16 sind aus den Beobachtungen berechnet, um Zahlen zu bekommen, mittelst deren man die Maschinen unter einander vergleichen kann.

Spalte 12 giebt zunächst den Leerzug der Maschine als Bruchtheil des Maschinen- und Kutschergewichtes, wobei zu bemerken ist, dafs bei No. 1 zwei Mann auf der Maschine sitzen, und dafs durchweg das Gewicht eines Mannes zu 70ᵏᵍ angenommen ist. Diese Zahlen können nur einen ganz ungefähren Begriff von der zweckmäfsigen Anordnung und guten Ausführung der Maschinen geben, weil der Arbeitsaufwand zur Bewegung einzelner Theile ziemlich unabhängig vom ganzen Maschinengewichte ist.

Spalte 13 giebt den Wirkungsgrad der einzelnen Maschinen, d. h. das Verhältnifs der Nutzarbeit zur Gesammtarbeit, reducirt auf 1ᵐ Schnittbreite und 1ᵐ Fahrgeschwindigkeit. Hier hat sich jedoch insofern ein Irrtum eingeschlichen, als der Leerzug, der doch der vollen Schnittbreite und der Fahrgeschwindigkeit der Maschine entspricht, nicht auch auf ein Meter Schnittbreite und ein Meter Geschwindigkeit reducirt wurde, wodurch die Maschinen mit grofser Schnittbreite und hoher Fahrgeschwindigkeit weit schlechter dargestellt werden als sie sind, während alle Wirkungsgrade aufserordentlich niedrig ausfallen. Berechnet man die Wirkungsgrade in richtiger Weise bei No. 1, 2, 6 und 9, so findet man 0,51, 0,30, 0,54 und 0,53, also Zahlen, welche nicht nur absolut etwa doppelt so hoch sind, wie die in der Tabelle, sondern auch in einem ganz anderen Verhältnisse zu einander stehen.

Spalte 14 giebt die bei 1ᵐ Fahrgeschwindigkeit und 1ᵐ Schnittbreite erforderliche Nutzpferdestärke, die bei gleich scharfen Messern für ähnliche Maschinen nahezu gleich grofs sein müfste. Man sieht aber aus der Tabelle, dafs sie bei einzelnen Maschinen etwa 1,5 mal so grofs ist, wie bei anderen. Einigen Antheil an dieser Verschiedenheit hat auch noch

Ergebnisse der Getreidemähemaschinen-Prüfung zu Lockwitz.

No.	Beschreibung der Maschinen.					Beobachtungen.						Ergebnisse.				
								Zugkraft		Stundenleistung						
	Name des Fabrikanten	Name oder nähere Bezeichnung der Maschine	Art der Ablegevorrichtung	Gröfste Schnittbreite m	Gewicht der Maschine kg	Mittlere Fahrgeschwindigkeit m	Mittlere Schnittbreite beim Versuche m	beim Leergange kg	bei der Arbeit kg	mit Aufenthalten ha	ohne Aufenthalt ha	Leerzug als Theil des Maschinen- und Kutscher-Gewichtes	Wirkungsgrad bei 1 m Schnittbreite und 1 m Fahrgeschwindigkeit	Nutzarbeit bei 1 m Schnittbreite und 1 m Fahrgeschwindigkeit in Pferdestärken	Leistung pro Pferdestärke u. Stunde bei voller Schnittbreite und 1 m Fahrgeschwind. ha	Coëfficient des normalen Arbeitsganges
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1	W. Anson Wood	Combinirt.	Handablage	1,36	268	0,92	1,05	45,6	72,2	0,210	0,349	$\frac{1}{8,95}$	0,279	0,311	0,455	0,602
2	Burgefs & Key	Mc. Cormick	Selbstablage	1,42	618	1,30	1,27	129,6	166,2	0,419	0,530	$\frac{1}{5,31}$	0,119	0,303	0,236	0,792
3	Samuelson & Co.	»Omnium«	do.	1,40	572	1,36	1,11	90,9	142,6	0,306	0,462	$\frac{1}{7,06}$	0,225	0,479	0,268	0,660
4	Aultman Miller & Co.	»Buckeye«	do.	1,50	576	1,16	1,43	113,5	154,3	0,252	0,497	$\frac{1}{5,70}$	0,177	0,380	0,356	0,520
5	Walter A. Wood	Maschine mit 5 Rechen	do.	1,50	527	1,33	1,38	98,0	134,3	0,446	0,562	$\frac{1}{6,09}$	0,167	0,348	0,394	0,793
6	Johnston Harvester Co.	schmiedeiserne Erntemaschine	do.	1,52	500	1,11	1,36	78,6	125,0	0,520	0,615	$\frac{1}{7,25}$	0,261	0,451	0,396	0,846
7	Gebr. Hanko	»Saxonia«	do.	1,13	478	1,20	1,38	94,4	136,3	0,411	0,506	$\frac{1}{5,61}$	0,211	0,404	0,279	0,813
8	Walter A. Wood	ältere Constr.	Selbstbinder	1,51	631	1,15	1,18	125,9	197,5	0,275	0,533	$\frac{1}{5,57}$	0,296	0,509	0,187	0,525
9	Walter A. Wood	neuere Constr.	do.	1,50	712	1,16	1,09	116,8	178,6	0,308	0,464	$\frac{1}{6,70}$	0,291	0,587	0,201	0,663

der Umstand, dafs man gewöhnlich bei der Arbeit und beim Leerfahren nicht gleich schnell fahren kann, während alle Zugkräfte, aber namentlich der Leerzug, mit der Fahrgeschwindigkeit wachsen, weil bei der gröfseren Geschwindigkeit mehr Stöfse auftreten.

Spalte 15 giebt die Leistung pro Pferdestärke und Stunde bei voller Schnittbreite und 1^{m} Fahrgeschwindigkeit. Sie zeigt, dafs die Maschine mit Handablage die gröfste Leistung aufweist, wobei nicht zu übersehen ist, dafs man aufser dem Ableger auf der Maschine auch noch Frauen zum Aufbinden oder Weglegen der hinter der Maschine niederfallenden Gelege gebraucht, während man mit den anderen Maschinen ohne Hülfe mähen kann.

Spalte 16 giebt endlich den Coefficienten des normalen Arbeitsganges, d. h. das Verhältnifs der mit Aufenthalt geleisteten Arbeit (Spalte 10) zu der ohne Aufenthalt (Spalte 4) erreichbaren. Diese aus verhältnifsmäfsig kurzen Arbeitszeiten berechneten Coëfficienten sind natürlich im allgemeinen zu hoch, weil bei längerer Arbeitszeit noch mehr Aufenthalte, z. B. durch Auswechseln der Messer u. s. w., vorkommen.

A. W.

Eisenbahnfahrzeuge.

In Heusinger's Organ macht der Regierungsmaschinenmeister v. Borries beachtenswerthe Vorschläge für die **Construction der Betriebsmittel für den Localverkehr.**

Um die Ausgaben der Eisenbahnen zu verringern, ist es nothwendig, insbesondere auf die Betriebskosten der Personenzüge das Augenmerk zu richten, und wird es für manche Bahnen möglich sein, durch Specialisirung des für dieselben verwendeten Materials Ersparnisse zu machen. Der Durchgangsverkehr verlangt grofse Geschwindigkeit, bequeme Wagen, aber nicht allzu häufige Fahrgelegenheit. Für den Localverkehr dagegen genügt kleinere Geschwindigkeit, weniger Bequemlichkeit, aber für ihn ist häufige Fahrgelegenheit nothwendig. Die Localzüge zerfallen in solche, die über sämmtliche Bahnlinien sich bewegen und solche, die in der Nähe grofser Städte den Verkehr vermitteln sollen, und die man Omnibuszüge heifsen könnte.

v. Borries schlägt nun folgende Wagen und Locomotiven vor, indem er eine gröfste Zugsgeschwindigkeit von 40^{km} pro Stunde voraussetzt, die auf Steigungen bis 1 : 100 auf 30^{km}, bei solchen über 1 : 100 auf 20^{km} zu reduciren wäre.

Bei den gewöhnlichen Localzügen sollen combinirte Wagen mit II. und III. Kl. und Einzelwagen III. oder IV. Kl. verwendet werden; die I. Kl. kann gänzlich wegfallen. Der Post- und Gepäckwagen, bei welchem der Gepäckraum an den beiden Enden angeordnet ist, kann als Schutzwagen dienen und wird 8^{t} Gewicht haben. Ein Personenwagen mit 16 Plätzen II. und 30 Pl. III. Kl., oder 50 Pl. III., oder 60 Pl. IV. wird etwa 10^{t} wiegen, so dafs ein Zug mit 12 Achsen, der bis 250 Personen aufnehmen könnte, nicht über 72^{t} Gewicht erhalten würde. Sämmtliche Personenwagen wären mit Intercommunication zu versehen, so dafs ein Schaffner die Billetcontrole und den Gepäckdienst besorgen könnte, während der Locomotivführer auch als Zugführer, der Heizer als Wagenwärter zu functioniren hätten, und damit 3 Personen für den gesammten Dienst genügen würden.

Bei den Omnibuszügen fällt Post- und Gepäckdienst weg, sie können aus zwei, höchstens drei Wagen mit nur II. und III. Kl. bestehen; sie sind, wenn sie alle halbe Stunden abgehen, nicht verpflichtet, stets alle Passagiere mitzunehmen, können eine ganz bestimmte Anzahl Plätze haben. Für dieselben sollten besonders leichte Wagen construirt werden, die bei 30 Plätzen II. oder 50 Pl. III. Kl. ein Eigengewicht von von nur $6^{1}/_{2}$ bis 7^{t} haben. Der Zug würde daher höchstens ein Gewicht von 30^{t} erhalten und einen Schutzwagen entbehren können; neben dem Locomotivführer, der auch das Heizen versehen könnte, würde nur 1 Mann zur Bedienung nothwendig sein.

Sowohl Local- als Omnibuszüge müfsten mit continuirlicher, aber nicht gerade selbstwirkender Bremse versehen sein; bei dem geringen Gewicht der letzteren Züge würde damit ein sehr rasches Anhalten möglich werden.

Nachdem so das Zugsgewicht etwa 70^{t} für Localzüge, 30^{t} für Omnibuszüge betragen würde, handelt es sich ferner um die Zugsmaschine. Man hat bekanntlich bis jetzt vorgeschlagen: entweder Vereinigung von Maschine und Wagen auf 2 bis 4 Achsen, den Dampfwagen oder leichte zweiachsige Tendermaschinen (eventuell mit Gepäckraum).

Der bekannte Dampfwagen von Thomas vereinigt bei einem Gesammtgewicht von 24^{t}, wovon 13^{t} auf der einen Triebachse liegen, auf 3 Achsen mit 7^{m} Radstand einen Gepäckraum mit $5^{1}/_{2}{}^{cbm}$, im unteren Raum 20 Plätze I. und II. Kl., 20 Pl. III. Kl., im oberen ferner 34 Pl. III. Kl., also zusammen 74 Plätze, einen Kessel mit 34^{qm} Heizfläche, $0{,}52^{qm}$ Rostfläche, Kohlenraum für 500^{kg}, Wasserraum für $2{,}4^{cbm}$ und hat eine Innencylindermaschine mit 22^{cm} Cylinderdurchmesser, 36^{cm} Hub. Er fährt mit 50^{km} Geschwindigkeit, bei Steigungen von 1 : 50 noch mit 30^{km}. Derselbe hat also wesentliche Vortheile gegenüber den bisher üblichen Zügen, und es wird dieses System bei sehr starken Steigungen, bei denen man ein grofses Adhäsionsgewicht bei kleiner Geschwindigkeit bedarf, oder für einen ganz regelmäfsigen kleinen Personenverkehr berechtigt bleiben.

Dagegen werden im allgemeinen besondere Tendermaschinen zweckmäfsiger sein. Die von der Maschine getrennten Wagen können besser ausgenutzt werden, die Anschaffungskosten der Maschine sind geringer, die Maschine bedarf nicht des Drehens an den Endstationen, die Zusammensetzung des Zuges kann jeweils dem Bedürfnifs entsprechend gewählt werden und, was die Hauptsache ist, man erhält in der nothwendigen Zugkraft und der Heizfläche des Kessels vollständig genügendes Adhäsionsgewicht, ohne bis zu 13^{t} pro Achse gehen zu müssen.

v. Borries schlägt daher zweiachsige Tendermaschinen mit einer getriebenen Achse mit 10 bis 50^{qm} Heizfläche, 8 bis 20^{t} Gesammtgewicht vor und geht hierbei von folgenden Berechnungen aus.

Das Gesammtgewicht einer solchen Maschine ist nach bisherigen Erfahrungen, wenn H deren Heizfläche in Quadratmeter, im Dienst:

$$G = (5 + 0{,}3\, H)^{t}$$

Werden hiervon $0{,}6\, G$ auf die Triebachse gelegt und nimmt man an, dafs während der Fahrt das Gewicht durch Wasser und Kohlenverbrauch um etwa 11 pCt. abnimmt, und dafs die Zugkraft = 0,15 mal Adhäsionsgewicht, so erhält man für dieselbe:

$$Z = 0{,}6 \,.\, 0{,}89 \,.\, 0{,}15\, G = 0{,}08\, G = 0{,}08\,(5 + 0{,}3\, H)\; 1000^{kg}.$$

Die Dampfproduction ist 30^{kg} pro 1^{qm} Heizfläche stündlich, der Dampfconsum 10^{kg} pro 1 Pferdekr., die Leistung des Kessels daher $3\, H$ Pferdekr. Vergleicht man dieselbe mit der aus dem Adhäsionsgewicht resultirenden Zugkraft Z durch die Formel:

$$Z v \cdot \frac{1000}{60 \,.\, 60 \,.\, 75} = 3\, H,$$

in der v die Geschwindigkeit in Kilometern pro Stunde, so findet man, dafs den Heizflächen von 10 bis 50^{qm} bei einem Gewichte von 8 bis 20^{t} eine Geschwindigkeit von 11 bis 24^{km} pro Stunde entsprechen würde, dafs daher jedenfalls für die in der Regel gröfseren Geschwindigkeiten genügend Adhäsionsgewicht mit diesem $0.6\, G$ vorhanden ist.

Die nachfolgenden Maschinen, bei denen das Compoundsystem[1]) zu Grunde gelegt ist, würden für die meisten im Localverkehr vorkommenden Verhältnisse genügen.

Gesammtgewicht, betriebsfähig	8	11	14	17	20^{t}
Heizfläche (wasserberührte)	10	20	30	40	50^{qm}
Adhäsionsgewicht	4.8	6.6	8.4	10.2	12^{t}
Maximalzugkraft	500	800	1100	1400	1700^{kg}
Leistung in Tonnen Zugsgewicht					
bei Steig. 0 und 40^{km} Geschw.	42	90	138	186	234^{t}
» » 1:100 » 24^{km} »	17	39	62	85	108^{t}

(bei ungünstiger Witterung nur $^{3}/_{4}$ hiervon).

Nur bei stärkeren Steigungen könnte es nothwendig werden, gröfseres Adhäsionsgewicht zu erhalten, was sich durch Verlegen des Gepäckraumes auf die Maschine, wodurch etwa $G = (8 + 0.3)\, H$ würde, erreichen liefse.

A. G.

[1]) S. Zeitschr. d. Ver. dtsch. Ing. 1880, S. 447 und 1881, S. 75. — Heusinger's Organ 1880, S. 220.

Locomotiven.

Locomotiven auf der nationalen Ausstellung zu Brüssel 1880. Ingenieur R. Zumach in Brüssel giebt eine Beschreibung der 1880 daselbst ausgestellten Locomotiven der belgischen Staatsbahnen, deren erster Theil in Heft 4 und 5 Jahrgang 1881 des »Organ« auf S. 168 bis 176 enthalten ist.

Nach einigen einleitenden Bemerkungen über die Construction der bekannten Feuerkisten, System Belpaire, welche bei sämmtlichen Kesseln der belgischen Locomotiven in Anwendung sind, und über die Resultate, welche bislang durch die Bedienung dieser Feuerkisten mit geringwerthigem Brennmaterial (Staubkohle) erzielt wurden, die eine sehr nennenswerthe Ersparnifs an Brennmaterial gegenüber der Feuerung mit Stückkohlen erkennen lassen, wendet sich der Verfasser zunächst zur Besprechung einer von der Compagnie Belge pour la construction de matériel des chemins de fer (Charles Evrard) ausgestellten vierachsigen Schnellzug-Tendermaschine. Dieselbe besitzt zwei gekuppelte Treibachsen mit Rädern von 2^m Durchmesser, während die vordere und hintere Laufachse mit Rädern von $1{,}2^m$ Durchmesser versehen sind; nur die Hinterachse ist radial verschiebbar. Der feste Radstand der drei ersten Achsen beträgt $4{,}51^m$, der Gesammtradstand $6{,}69^m$. In dienstfähigem Zustande ist die Vorderachse mit $10{,}9^t$, die Triebachse mit $13{,}55^t$, die Kuppelachse mit $14{,}05^t$ und die Hinterachse mit 7^t belastet, die Locomotive besitzt mithin ein adhärirendes Gewicht von in maximo $27{,}9^t$, d. h. 61 pCt. ihres Totalgewichtes von $45{,}8^t$.

Ueber die Verhältnisse der Verminderung des Adhäsionsgewichtes bei abnehmendem Wasser- und Kohlenvorrath giebt die Quelle leider keinen Aufschlufs. Die Maschine besitzt innenliegende Cylinder von 430^{mm} Durchmesser mit 560^{mm} Kolbenhub, eine directe Heizfläche von $10{,}66^{qm}$, eine indirecte von $79{,}904^{qm}$ bei 208 Siederröhren und einen Kesselüberdruck von 8^{atm}. Ferner einen Doppelrahmen, dessen innere Bleche nur von der Rauchkammer-Stirnwand bis an die Vorderwand des Feuerkisten-Mantels reichen, während die Länge der äufseren gleich der Lichtweite zwischen den beiden Bufferbohlen ist. Die Befestigung des Cylinderkessels und der Feuerkiste auf den Rahmenblechen setzt der Dilatation des ersteren einen nicht unbedeutenden Widerstand entgegen, was nicht gerade als vortheilhaft bezeichnet werden kann. Auf die Treib- und Kuppelräder wirken die einseitig angreifenden Klötze einer Schraubenbremse.

In H. 6 des »Organ« geht Zumach nun zur Beschreibung einer schweren Tenderlocomotive mit vier gekuppelten Achsen, der sogenannten Rampenmaschine, System Belpaire, über. Auf den ersten Blick befremdet die überaus hohe Lage der Kesselachse über Schienenoberkante, — dieselbe beträgt $2{,}244^m$ — welche durch den Umstand veranlafst ist, dafs die Herbeiführung einer Rostfläche von ca. 4^{qm} nicht durch die sonst übliche Länge des Belpaire'schen Rostes von $2{,}8^m$, sondern durch eine Vergröfserung der Breite desselben auf $1{,}85^m$, bei nur $2{,}2^m$ Länge, erzielt worden ist. Hierdurch war man genöthigt, die Unterkante der Feuerkiste über die höchsten Punkte der Räder der letzten Achse zu legen.

Trotz der in dem Berichte enthaltenen Notiz, diese Maschinen hätten sich seit dem Jahre 1873 für den Betrieb auf Steilrampen gut bewährt und sich durch Zuverlässigkeit ausgezeichnet, können wir uns doch von der Zweckmäfsigkeit der vorstehend beschriebenen Kessel-Anordnung nicht überzeugt halten. Die Locomotive besitzt einen Gesammtradstand von $4{,}5^m$, sämmtliche vier Achsen sind seitlich unverschiebbar, so dafs beim Durchfahren scharfer Curven, z. B. solcher von 350^m bis 250^m Halbmesser, die Köpfe der äufseren Schiene unzweifelhaft stark beansprucht werden müssen. Die Räder haben $1{,}05^m$ Durchmesser; zwischen der zweiten und dritten Achse befinden sich die Backen einer Schlittenbremse, deren Stützen durch Balanciers mit den Tragfedern dieser Achsen verbunden sind, so dafs beim Anziehen der Bremse, was mittels Schraubenspindel geschieht, die Abfederung des Rahmens nicht aufgehoben wird. Die directe Heizfläche beträgt $11{,}293^{qm}$, die indirecte $124{,}910^{qm}$ bei 251 Siederröhren, die Schienenpressungen der Vorderachse $12{,}1^t$, der zweiten Achse $12{,}4^t$, der dritten $13{,}2^t$ und der vierten $12{,}1^t$, mithin das Maximal-Dienstgewicht (zugleich Adhäsionsgewicht) $49{,}9^t$ bei $39{,}7^t$ Leergewicht. Aufser der Schlittenbremse besitzt die Locomotive noch eine Gegendampfbremse nach Lechâtelier.

Als besonders bemerkenswerth ist die Steuerung System Belpaire zu erwähnen; dieselbe ist völlig unabhängig von der Triebachse. Behufs eines Studiums derselben müssen wir auf die Quelle verweisen und können hier nur kurz erwähnen, dafs dieselbe grofse Aehnlichkeit mit derjenigen nach dem System Heusinger von Waldegg besitzt, jedoch wird die um einen festen Punkt schwingende Coulisse der rechten Maschine nicht mittels einer Excenterscheibe, sondern durch den Kreuzkopf der linken Dampfmaschine in Oscillation versetzt, und umgekehrt.

Der Cylinderdurchmesser beträgt 480^{mm}, der Kolbenhub 550^{mm}, der Fassungsraum der Wasserkasten $6{,}6^{cbm}$ und derjenige der Kohlenbehälter $1{,}9^t$. Den Schlufs des Berichtes (der noch fortgesetzt wird) bildet eine Untersuchung über die Leistungsfähigkeit der beschriebenen Locomotive nebst einem Vergleiche mit derjenigen der auf den Luxemburger Linien in Betrieb befindlichen Güterzuglocomotiven mit drei gekuppelten Achsen und Separattender.

(Organ 1881, H. 6, S. 244 bis 251 mit ausführlichen Zeichnungen.) L. P.

Litteratur.

Indicatorversuche an Pumpen und Wasserhaltungsmaschinen. Von A. Riedler, Professor des Maschinenbaues an der kgl. techn. Hochschule in München. 70 Seiten Text mit 24 Figuren, 21 Tafeln. München 1881. (Ladenpreis 12 ℳ. Comm. Verlag von Craz & Gerlach, Freiberg i/S.)

Die vorliegende Arbeit bezweckt die Förderung des Pumpenbaues. Aus diesem Grunde erscheint eine Besprechung an dieser Stelle um so mehr angezeigt, als die ausgesprochenen Anschauungen und Sätze, welche sich auf eine eingehende Beschäftigung mit dem Gegenstande, wie auch auf ein aufserordentlich reichhaltiges Versuchsmaterial stützen, nicht immer in Uebereinstimmung stehen mit der bisherigen Erkenntnifs und den bisherigen Ansichten. Der Verfasser ist sich dessen bewufst und erwartet gerade hierdurch Anregung zu einer Erörterung von Fragen zu geben, die besonders geeignet sein wird, dem Interesse der Sache zu dienen.

Die Schrift zerfällt in vier Abschnitte: Ventilüberdruck, Gewicht der Pumpenventile, Kolbengeschwindigkeit der Pumpen, Wasserhaltungsmaschinen.

Zur Feststellung des Begriffes Ventilüberdruck bezeichne für ein geschlossenes Tellerventil

- f_u den unteren Ventilquerschnitt,
- $f_o = \beta f$ den oberen Ventilquerschnitt,
- $f = f_o - f_u = (\beta - 1) f_u$ die Gröfse der Dichtungsfläche,
- p_u die Flüssigkeitspressung unmittelbar unter dem Ventile,
- p_o die Flüssigkeitspressung unmittelbar oberhalb des Ventiles,
- p die durchschnittliche Pressung in der Dichtungsfläche,
- G das Gewicht des Ventils in der Flüssigkeit,
- S die Spannkraft der etwa vorhandenen Ventilfeder gegen das geschlossene Ventil.

Unmittelbar vor Beginn der Ventilerhebung wirken auf dieses hin die Kräfte

$$\begin{aligned} f_u p_u + f p - f_o p_o - G - S &= f_u p_u + (\beta - 1) f_u p - \beta f_u p_o - G - S \\ &= f_u p_u + (\beta - 1) f_u p - (\beta - 1) f_u p_o \\ &\quad - f_u p_o - G - S. \end{aligned}$$

Für den Zustand des Gleichgewichtes stehen dieselben in der Beziehung

$$f_u p_u + (\beta - 1)(p - p_o) f_u - f_u p_o - G - S = 0$$

zu einander, woraus folgt

$$p_u - p_o = (\beta - 1)(p_o - p) + \frac{G}{f_u} + \frac{S}{f_u} \quad . \quad . \quad (1).$$

Bei Beschränkung auf reine Gewichtsventile darf $S = 0$ eingeführt werden. Riedler erhält nun, indem er stillschweigend $G = 0$ und $p = 0$ voraussetzt,

$$p_u - p_o = (\beta - 1) p_o \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

und nennt diese Pressungsdifferenz den Ventilüberdruck.

Indem er diesen als den zum Eröffnen des Ventiles nöthigen Ueberdruck ansieht, gelangt er auf Grund der Ergebnisse seiner Indicatorversuche zu dem Resultate, dafs dieser Ventilüberdruck (wie er aus Gleichung 2 folgt) nicht existirt, und dafs die Gröfse der Sitzfläche, also die Differenz, nicht den angenommenen Einflufs auf die Druckverhältnisse beim Oeffnen der Ventile ausübt. Zur Begründung verweist der Verfasser darauf hin, dafs er bei Untersuchung mehrerer hundert Pumpen mit verschiedenartigster Detailconstruction der Ventile, Gröfse und Beschaffenheit der Sitzflächen stets Pumpendiagramme erhielt, die entweder gar keinen Ventilüberdruck aufweisen, oder nur eine Aendeutung desselben, welche nicht der aus Gleichung 2 berechneten Höhe entspricht, und dafs er in vielen Fällen an ein und derselben Pumpe durch Aenderung der Sitzflächen keine Aenderung der Pumpendiagramme erzielen konnte, selbst dann nicht, wenn aufsergewöhnlich grofse Sitzflächen vorhanden waren.

Es würde zu weit führen, in eine Vorführung des darauf bezüglichen Versuchsmateriales einzugehen; es mufs in dieser Beziehung auf die Riedler'sche Arbeit selbst verwiesen werden. Dagegen wird es sich empfehlen, festzustellen, welche Erkenntnifs wir bisher über den Ventilüberdruck besafsen; hierbei reicht es aus, auf das in unseren Vereinsschriften niedergelegte Material zurückzugreifen.

Dafs der aus Gleichung 2 berechnete Ventilüberdruck thatsächlich nicht in dieser Gröfse vorhanden ist, darauf hat bereits Hrabák im Jahrgang 1872 der Zeitschrift, S. 1 u. f. aufmerksam gemacht; dasselbe thut Bochkoltz ebenfalls auf Grund von Versuchen an derselben Stelle 1873, S. 1 u. f. Dem kann aber auch nicht anders sein, wie die Gleichung 1, welche, abgesehen von dem Gliede S, mit der von v. Reiche in der Zeitschrift 1872, S. 511 aufgestellten Beziehung im Wesen übereinstimmt, deutlich erkennen läfst, da p wohl ausnahmslos gröfser als Null sein wird.

Dafs aber der Ventilüberdruck im allgemeinen nicht gleich Null ist, dafür sprechen die erwähnten Versuche von Hrabák und Bochkoltz, die Mittheilungen bezw. Diagramme von Hilt (Zeitschr. 1880, S. 647 u. f.), Savelsberg (Wochenschr. 1880, S. 110 u. f.), Oesten (Zeitschr. 1880, S. 325 u. f.), Krumper (Zeitschr. 1880, Tafel VI), Demeure (Zeitschr. 1881, S. 69 u. f.) u. s. f.

Ueber den Einflufs der Gröfse der Dichtungsfläche auf die Hubzahlen findet sich Näheres Zeitschr. 1881, S. 137 u. f.

Die Bedeutung genügenden Ventilgewichtes hebt der Verfasser mit vollem Rechte hervor, geht jedoch etwas zu weit, wenn er sagt (S. 29): »Je gröfser das Ventilgewicht und je kleiner der Ventilhub ist, desto sicherer und rascher erfolgt das Schliefsen.« Ein Gewichtsventil fordert bei bestimmter Hubhöhe zum Schliefsen einen gewissen Minimalzeitraum, dem gegenüber eine Vermehrung des Ventilgewichtes sich als wirkungslos erweist. (Zeitschr. 1881, S. 139.)

Der Meinung, dafs das Ledercharnier so grofser Ventilklappen, wie sie bei den in Betracht gezogenen Pumpen angewendet worden, auf den prompten Abschlufs des Ventils mit besonderem Erfolg hinwirke, weil es eine Federwirkung äufsere, können wir uns nicht anschliefsen.

Die Thatsache, dafs es vorzugsweise die Saugventile sind, welche zu schlechtem Gange der Pumpen Veranlassung geben, kann nicht oft genug hervorgehoben werden, und möchten wir den diesbezüglichen Auseinandersetzungen Riedler's die möglichste Beachtung wünschen. Ganz dasselbe gilt inbezug auf das über den Einflufs der angesaugten Luft Bemerkte.

Die Wirkung künstlicher Ventilentlastungen werden an Diagrammen klar dargelegt.

Bezüglich der auffälligen Saugcurven ist Referent der Meinung, dafs die Ursache meistens in der ungleichförmigen Bewegung der dem Saugventile zuströmenden Wassermasse liege. Wenn man beispielsweise den Saugwindkesseln des auf Tafel VI der Zeitschr. 1880 dargestellten Pumpwerkes ein sehr kleines Volumen geben würde, so könnte darauf gerechnet werden, dafs die in der kurzen Saugleitung bei geringer Saughöhe kräftig oscillirende Wassermasse eine mehrere Male über die Atmosphärenlinie hinaufsteigende Saugcurve lieferte.

Die Berechnung des Ventilgewichtes führt der Verfasser unter Vernachlässigung der dynamischen Verhältnisse durch, was im allgemeinen unzulässig ist. Bei schweren Ventilen mit kleinem Hube treten sie allerdings zurück, bei anderen Ventilen dagegen stehen sie im Vordergrunde.

Da sich der Verfasser nur mit Ventilen der ersteren Art beschäftigt, so würde es noch für genügend erachtet werden können, wenn bei den diesbezüglichen Entwickelungen der Ausflufscoëfficient mit dem Charakter eines allgemeinen Correctionscoëfficienten in die Rechnung eingeführt würde.

Inbetreff der Kolbengeschwindigkeiten hält es der Verfasser aufser Zweifel, dafs die Zukunft des ganzen Pumpenbaues an die Lösung der Frage raschlaufender Pumpen gebunden sei, nachdem er bereits früher die ganz richtige Meinung ausgesprochen, dafs das Spiel des Pumpenventiles weniger von der Kolbengeschwindigkeit, als von der Hubzahl abhänge. Wenn man auch nicht geneigt ist, sich der ersteren Anschauung in dieser Allgemeinheit anzuschliefsen, so mufs doch zugegeben werden, dafs in dieser Richtung noch viel gethan werden kann, und ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, dafs ebenso, wie s. Z. die »erfahrungsmäfsigen« Kolbengeschwindigkeiten der Dampfmaschinen mit Vortheil weit über die ursprüngliche Gröfse hinaus wuchsen, so auch die Kolbengeschwindigkeiten bezw. die Hubzahlen der Pumpen die ihnen durch den augenblicklichen Stand der Technik im Vereine mit an und für sich berechtigten conservativen Anschauungen gezogenen Grenzen überschreiten werden.

Ob es in Verfolgung dieses Weges richtig ist, sich ausschliefslich auf Gewichtsventile zu beschränken, wie Verfasser dies thut, oder die Bahn zu verfolgen, die sich aus dem S. 137 u. f. Zeitschr. 1881 Gesagten ergiebt, das wird die Erfahrung lehren.

Im Anschlusse hieran wird dann auf die Abhängigkeit der Druckschwankungen von der Geschwindigkeit des Ganges eingegangen und eine angenäherte Berechnung der Druckwindkessel vorgenommen.

Der letzte Abschnitt behandelt die Versuche an Wasserhaltungs-Dampfmaschinen, und zwar zunächst die Gestängemaschinen ohne Schwungrad, dann die Schwungradmaschinen, an welche sich die unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen mit und ohne Schwungrad anschliefsen. Hierbei wird auch in eine Erörterung der Frage der Condensation des Auspuffdampfes eingetreten.

Ueberblicken wir den Inhalt der Riedler'schen Arbeit, so überkommt uns ein Gefühl der Dankbarkeit gegen den Verfasser, insbesondere dafür, dafs er die überaus grofsen physischen Anstrengungen nicht gescheut hat, welche die Schaffung seiner an Reichhaltigkeit fast einzig dastehenden Versuchsergebnisse forderte. Wir hoffen, dafs er dieses Gebiet auch fernerhin cultiviren und dadurch dem Pumpenbaue noch manche Anregung geben sowie zu dessen Förderung beitragen möge. C. B.

Zuschriften an die Redaction.

Zwillingsfördermaschine auf Schacht Prosper.

Geehrter Herr Redacteur!

Das eben erschienene Aprilheft der Vereinszeitschrift enthält einen L. W. gezeichneten Brief aus Prag, welcher von der Ventilsteuerung mit variabler Expansion spricht, welche die Friedrich-Wilhelmshütte an der Fördermaschine des Schachtes Prosper II angewendet hat.

Da dieser Brief zu unliebsamen und unrichtigen Zumuthungen Anlafs giebt, so bitte ich mir folgende Mittheilung zu gestatten.

Die erste Maschine mit dieser Steuerung wurde von meinem Vorgänger Hrn. Brialmont für das Kohlenwerk von Ougrée bei Lüttich entworfen und auch von diesem Werke am 14. September 1871 in Seraing bestellt.

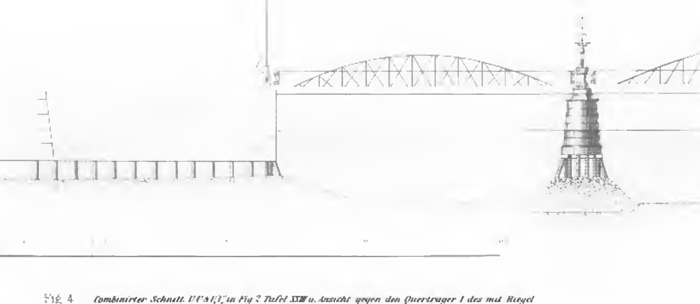
Als unsere Ingenieure auf der Wiener Ausstellung vom Jahre 1873 dieselbe Steuerung vorfanden, waren sie natürlich überrascht, aber von jeder den Aussteller verdächtigenden Voraussetzung weit entfernt.

Genehmigen Sie die Versicherung meiner ausgezeichneten Hochachtung.

Seraing, den 24. April 1882. J. Kraft.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 45/46.

H. Käferstein: Ilv…



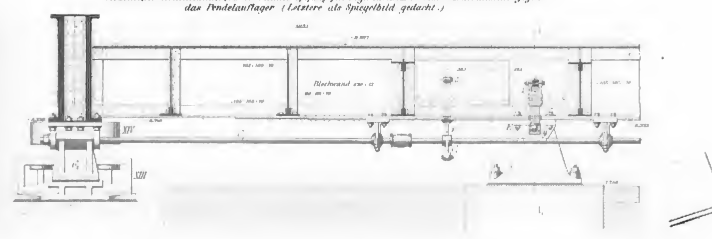


Fig 4 *Combinirter Schnitt V'V'&V'₁V'₁ in Fig 2 Tafel XXIII u. Ansicht gegen den Querträger I des mit Riegel versehenen Brückenendes, sowie Schnitt U'₁U'₁&U'₂U'₂ in Fig. 1 Tafel XXVI nebst Vorderansicht gegen das Pendelauflager (Letztere als Spiegelbild gedacht.)*

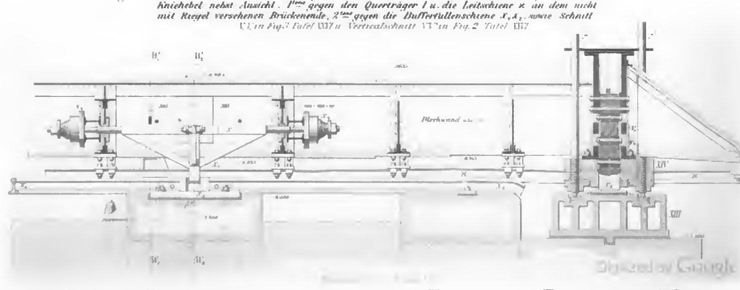
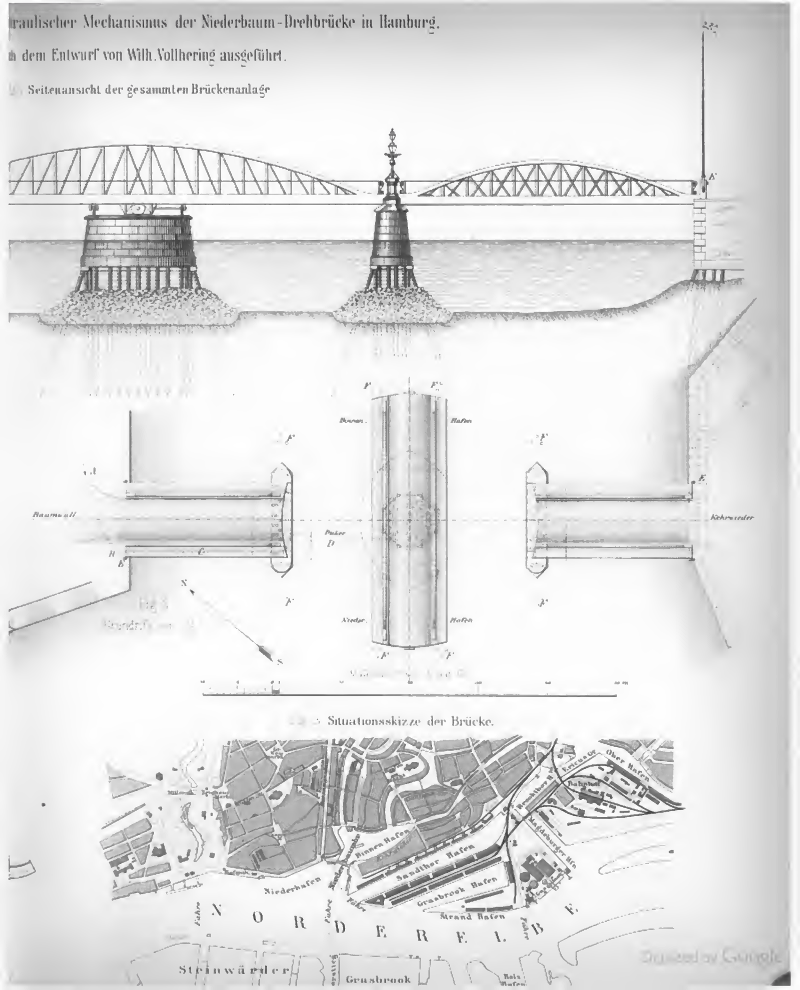


Fig 5 *Combinirter Schnitt V'V'&V''V'' in Fig 2 u. 4 Tafel XXIII durch die Bufferfallen-Axe resp. durch den Kniehebel nebst Ansicht. 1^tens gegen den Querträger I u. die Leitschiene x an dem nicht mit Riegel versehenen Brückenende, 2^tens gegen die Bufferfallenschiene x₁x₁, sowie Schnitt V'₁V'₁ in Fig. 3 Tafel XXVI u. Verticalschnitt V''V'' in Fig. 2 Tafel XXV*

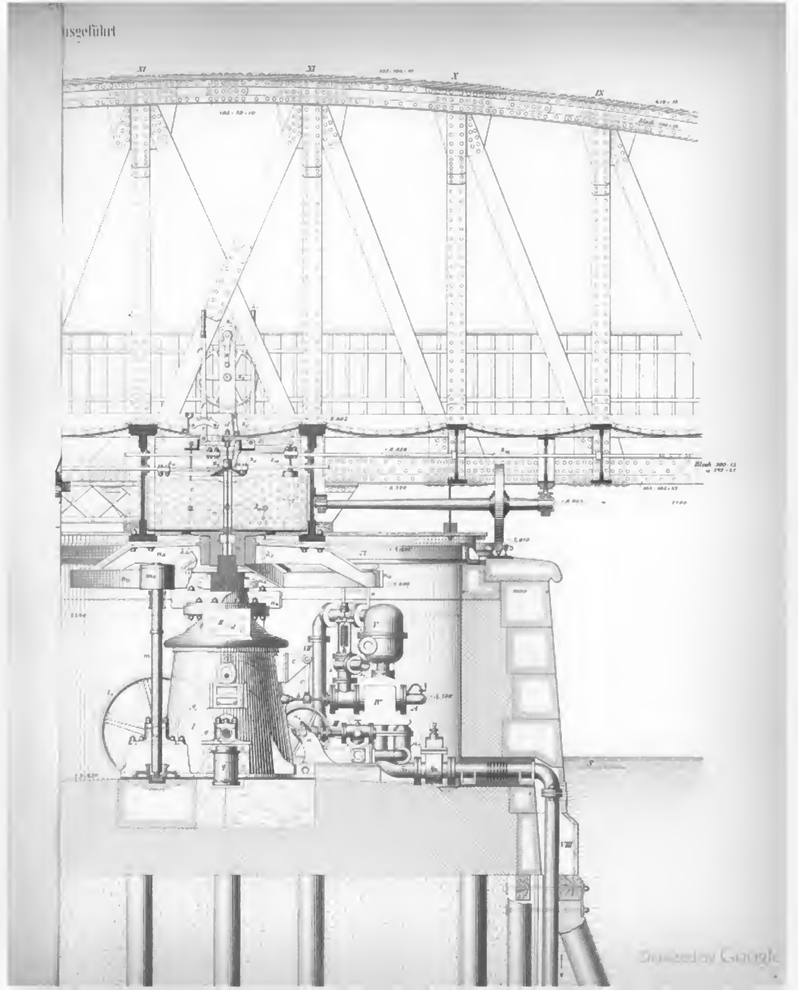


hraulischer Mechanismus der Niederbaum-Drehbrücke in Hamburg.

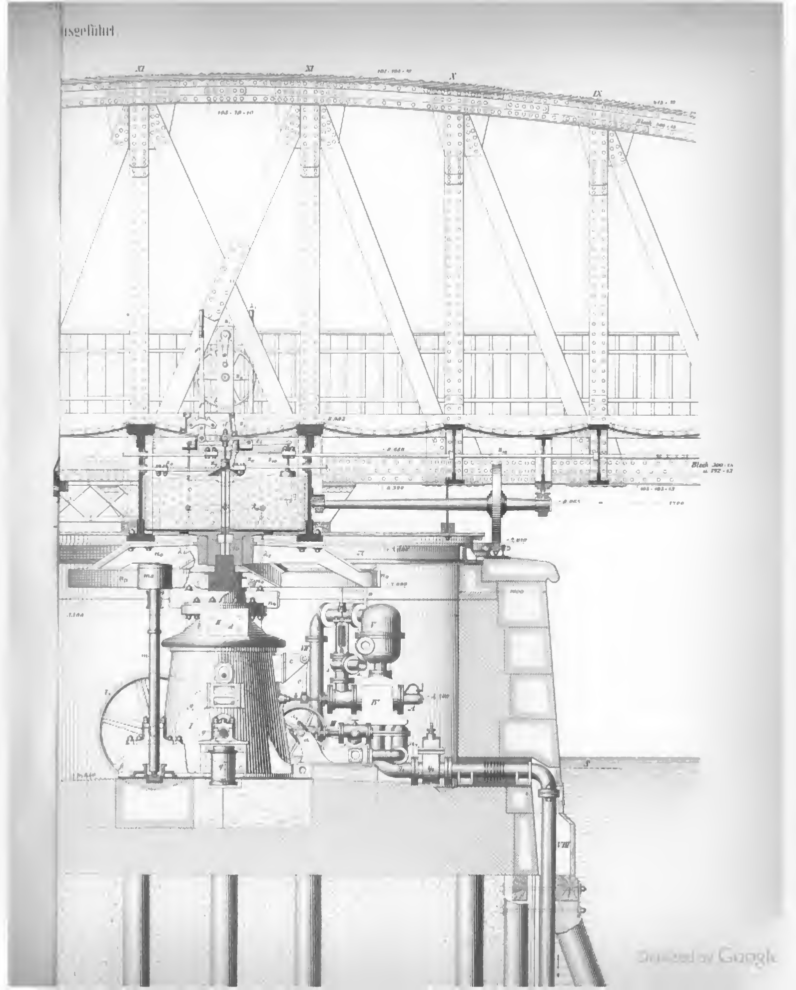
h dem Entwurf von Wilh. Vollhering ausgeführt.

Seitenansicht der gesammten Brückenanlage

Situationsskizze der Brücke.



usgeführt



ZEITSCHRIFT
DES
VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1882. Band XXVI. Heft 6. Juniheft.

Hydraulischer Mechanismus der Niederbaum-Drehbrücke in Hamburg.

Nach dem Entwurfe von Wilh. Vollhering ausgeführt; bearbeitet von **H. Käferstein**, Ingenieur und Constructeur der Drehmechanik.

(Hierzu Tafeln XIX, XX, XXIII, XXIV, XXV und XXVI.)

Allgemeine Angaben und Vorbedingungen für die Ausführung der Brückenanlage und der Drehbrücken-Mechanik.

Der Verkehr zwischen den Bahnhofsanlagen der Berliner und der Venloer Eisenbahn und den damit verbundenen, am Grasbrook liegenden Dampfschiff-Quai-Anlagen auf der Ost- und Südseite Hamburgs einerseits und Altona, St. Pauli und den dortigen Schiffslandeplätzen andererseits hatte von Jahr zu Jahr zugenommen und war schliefslich so bedeutend geworden, dass die zum Theil sehr engen Strafsen der Altstadt Hamburgs, durch welche derselbe, in grofsem Bogen den Binnenhafen umgehend, seinen Weg zu nehmen hatte, nicht mehr ausreichten. Man musste deshalb dazu schreiten, durch Verbreiterung der sogenannten Vorsetzen und durch Anlage einer Brücke über die ziemlich schmale Verbindungsstelle am Baumwall und Kehrwieder zwischen Binnenhafen und Niederhafen, am sogenannten Niederbaum, siehe Situationsskizze Tafel XIX, Fig. 3, diesem Verkehr eine neue und kürzere Bahn zu eröffnen. Der Verkehr von Evern und Küstenfahrern mit feststehenden Masten machte natürlich die Anlage einer Drehbrücke nothwendig, wobei die grofse Anzahl der passirenden Schiffe ebenso wie der zu erwartende starke Verkehr auf der neuen Brücke darauf hinwies, durch Verwendung mechanischer Kräfte zum Bewegen der Brücke die Zeitdauer der durch das Oeffnen der Brücke entstehenden Verkehrsstörungen auf ein Minimum zu vermindern.

Bei den zu Gebote stehenden, nach allen Richtungen hin nur sehr beschränkten Räumlichkeiten musste von der Anlage einer Dampfmaschine mit oder ohne hydraulische Bewegungsmechanismen nach den bekannten englischen Ausführungen abgesehen werden, und war man darauf angewiesen, den an dieser Stelle $2^1/_2$ bis $2^3/_4$ ^{atm} betragenden Wasserdruck der Stadtwasserkunst zum Betriebe der Drehbrücke zu verwenden.

Unter diesen Gesichtspunkten wurde von der Hamburger Baudeputation die neue Niederbaumbrücke entworfen und in der Zeit von 1878 bis 1880 erbaut. Dieselbe enthält 2 feste Oeffnungen von je $22{,}1^m$ Stützweite und eine zwischen beiden liegende, zweiarmige Drehbrücke von 36^m Stützweite der Pendelauflager, welche zwei Durchfahrten von je $13{,}3^m$ lichter Weite bietet. Die Fahrbahnbreite beträgt $6{,}3^m$, die Entfernung von Mitte zu Mitte der Hauptträger $7{,}27^m$, die Breite der beiderseits auf Consolen angebrachten Fufswege je $1{,}8^m$. Die Fahrbahn besteht aus einer Asphaltbahn auf Beton-Unterlage, von Tonnenblechen getragen. Die Fufswege sind in derselben Weise hergestellt, nur ist Wellblech als Tragmaterial verwendet. Bei Berechnung der Eisenconstruction der Brücke ist besonders berücksichtigt, dass späterhin über die Brücke ein von schweren Güterzugsmaschinen befahrenes Eisenbahngeleise gelegt werden kann. Die Verlegung der Fufswege aufserhalb der Hauptträger war mit Rücksicht hierauf und durch die gegebene, geringe Constructionshöhe von $0{,}6$ bis $0{,}7^m$ für die Fahrbahn geboten, welche auf eine Längenbeschränkung der Querträger hinwies. Alle drei Brücken haben parabolische Hauptträger von $1{,}7^m$ Fachweite erhalten.

Vorstehende Angaben über die allgemeinen Verhältnisse der Brückenanlage erscheinen für den Zweck der vorliegenden Veröffentlichung genügend. Bezüglich weiterer diese Verhältnisse erläuternder Mittheilungen möge auf einen in der Deutschen Bauzeitung No. 27 und 29 vom April 1881 veröffentlichten Aufsatz hingewiesen werden.

Bei der Ausschreibung der Submission über den eisernen Oberbau und die Bewegungsmechanik der Drehbrücke wurde letztere auch inbetreff des Projects zur freien Concurrenz gestellt. Nur für den Zweck, einen Anhalt für die Beurteilung der verlangten Leistungen der Drehbrücken-Maschinerie zu bieten, ward ein Entwurf für diese den Submissionsbedingungen beigefügt. Dieses vorläufige Project litt aber an dem Mangel, dass bei seiner Ausführung die Drehbrücke, wie gewöhnlich üblich, nur nach einer Richtung durch Drehung um einen Winkel von 90° geöffnet werden konnte und durch Rückwärtsdrehen wieder geschlossen werden musste. Für die hier erforderliche, recht behende Bewegung der Drehbrücke war es höchst erwünscht, die Brücke zum sogen. Durchdrehen einzurichten, wobei das jedesmalige Oeffnen und Wiederschliefsen durch eine Drehung der Brücke um 180°, und zwar immer in demselben Sinne, erfolgt. Es bietet diese Einrichtung die Möglichkeit, vor jedem passirenden Schiffe den betreffenden Brückenarm auszudrehen und gleich hinter demselben den anderen Arm einzuschwenken.

Die in den Submissionsbedingungen für die Construction und die Ausführung der Drehmechanik aufgestellten Bedingungen und Anforderungen waren folgende:

§ 3. 1. Die Bewegung der Drehbrücke muss sowohl

durch Menschenkraft, als auch durch einen hydraulischen Mechanismus erfolgen können.

2. In der Regel soll der hydraulische Mechanismus in Thätigkeit sein; doch muss, sowie derselbe infolge irgend welcher Umstände unwirksam werden sollte, der von Hand zu bewegende Mechanismus ohne viel Zeit und Mühe durch 2 Männer (den Brückenwärter und dessen Gehülfen) in Gang zu setzen sein.

3. Die sämmtlichen Mechanismen müssen sich an der dargestellten Drehbrücken-Construction, auf den festen Pfeilern und im Innern des Drehpfeilers anbringen lassen. Inbezug auf den letzteren wird bemerkt, dafs die Form desselben noch nicht endgültig feststeht und es unter Umständen zulässig erscheint, den vorläufig kreisrund angenommenen Hohlraum zu einer Ellipse bezw. einem Oval zu erweitern; der gröfsere Durchmesser darf im Maximum 8,50^m und der kleinere 5,50^m Lichtweite betragen. Keinerlei Constructionstheile dürfen unter Unterkante der Drehbrückenträger vorragen. Ausnahmen hiervon sind nur an den Enden der Brücke, und zwar bis auf einen Abstand von 0,3^m von Pfeileraufsenkante, zulässig.

4. Einem Mechanismus, welcher gestattet, die Brücke durchzudrehen, d. h. das Oeffnen und Schliefsen derselben in gleicher Richtung, und zwar in der Richtung des Uhrzeigers, zu ermöglichen, wird unter sonst annehmbaren Umständen entschieden der Vorzug gegeben.

5. In geschlossenem Zustande der Brücke sollen die Stützen des beweglichen Brückentheils gleich hoch angenommen werden, und ist demnach bei unbelasteter Brücke für den Drehpfeiler eine Auflagerlast von 187^t, für den Strompfeiler eine Belastung durch die Drehbrücke von etwa 56^t pro Pfeiler anzunehmen. Falls daraus bedeutende Vortheile hervorgehen, soll es jedoch, um die zur Auslösung der Brückenenden erforderliche Kraft herabzumindern, zulässig sein, eine dauernde Senkung der Endstützen soweit eintreten zu lassen, dass der oben genannte Endauflagerdruck um 30 pCt. verringert wird.

6. Ein Haupterfordernis für den Drehmechanismus ist natürlich, dafs die Drehung möglichst leicht und mit einem Minimum von Zeitaufwand geschehen kann. Der hydraulische Mechanismus sollte daher womöglich von einem einzigen Punkte aus, und der Handmechanismus von nicht mehr als zwei Punkten aus in Gang zu setzen sein. Dabei soll die Peripheriegeschwindigkeit der Brückenenden 0,7^m pro Secunde nicht überschreiten.

7. Für den hydraulischen Drehmechanismus wird das Wasser der Stadtwasserkunst, welches eine nutzbare Druckhöhe von 20^m über Oberkante des Drehpfeilers hat, durch ein 125^mm weites Rohr in den Drehpfeiler geliefert.

8. Der Uebernehmer hat in der Beschreibung der von ihm vorgeschlagenen Drehmechanik genau anzugeben, in wieviel Zeit er eine einmalige Oeffnung und Schliefsung der Brücke durch Wasserkraft und eine solche durch die Leistung zweier Menschen beschaffen will, und hat hierfür die unten näher bezeichneten Garantien zu leisten.

9. Beim hydraulischen Mechanismus ist der Wasserverbrauch gegenüber dem Vortheil einer schnellen und bequemen Bewegung der Brücke von untergeordnetem Werthe.

§ 4. Da es für den Schifffahrtsverkehr im Binnenhafen von gröfster Wichtigkeit ist, dass die letzte Brückenöffnung nicht eher überbaut wird, als bis die Drehbrücke sich in vollkommen betriebsfähigem Zustande befindet, sind dem Uebernehmer für die Aufstellung der Brücke so weite Termine gestellt, dass er je nach seiner Arbeitsdisposition 4 bis 8 Wochen erübrigen kann, um durch Probiren, Justiren und Nachbessern der Drehmechanismen dieselben zuverlässig betriebsfähig zu machen. Dagegen ist die Garantie für die Leistungsfähigkeit des Drehmechanismus vom Uebernehmer in der Weise zu leisten, dass derselbe 8 Wochen lang von dem Tage der Betriebseröffnung der Drehbrücke ab, während welcher Zeit die letzte feste Brücke zu erbauen ist, zwei Leute zur Bedienung derselben zu stellen und jedesmal, wo der hydraulische Mechanismus seinen Dienst versagt, eine Conventionalstrafe von 30 ℳ pro Stunde ihrer Dienstunfähigkeit zu erlegen hat. Es wird ferner bestimmt, dass innerhalb dieser 8 Wochen genau die Zeit bemessen werden soll, in welcher eine Oeffnung und Schliefsung der Brücke besorgt wird, und soll das Mittel aus je 50 Beobachtungen die von dem Unternehmer in der Submissionsofferte angekündigte Zeitdauer der ganzen Manipulation nicht überschreiten, anderenfalls pro Secunde des Mehrverbrauchs an Zeit dem Uebernehmer ein Abzug von 40 ℳ von der Schlusssumme gemacht werden soll.

Ebenso sollen 50 Beobachtungen für die Oeffnung und Schliefsung der Drehbrücke durch Menschenhand gemacht werden und für jede Secunde, um welche das Mittel dieser Beobachtungen von der angekündigten Zeitdauer abweicht, 30 ℳ von der Schlusssumme in Abzug gebracht werden. Solche Brückendrehungen, bei denen Stockungen eintreten, für welche die oben genannte Conventionalstrafe von 30 ℳ pro Stunde zu erlegen ist, sind natürlich für die Bestimmung der mittleren Drehgeschwindigkeiten nicht in Rechnung zu ziehen. Falls der Drehmechanismus sich überhaupt als nicht betriebsfähig erweist, oder wenn mehr als 5 Minuten Zeit gebraucht werden, die Brücke durch Wasserdruck, mehr als 10 Minuten, um dieselbe mit Menschenkraft zu öffnen und zu schliefsen, so wird der Drehmechanismus überhaupt nicht abgenommen. Der Uebernehmer ist in diesem Falle verpflichtet, wenn nicht anderes vereinbart wird, gegen Abzug von 20 000 ℳ von der Contractsumme die gesammten Theile der Drehmechanismen, mit Ausnahme derjenigen, welche nicht ohne Zerstörung des Mauerwerks oder Schwächung der Drehbrückenconstruction entfernt werden können, auf seine Kosten binnen vier Wochen fortzuräumen und zurückzunehmen. Bei den oben erwähnten Beobachtungen soll die Zeit vom Oeffnen der Klappen in der Brückendecke zum Einstecken des Schlüssels u. s. w. bis zur vollendeten Schliefsung der Brücke in Rechnung gezogen werden.

Die Betheiligung an der Submission, für deren Bekanntwerden durch die Submissionsanzeigen in ausgiebigster Weise gesorgt war, fiel sehr schwach aus.

Nur 4 Offerten wurden abgegeben, von denen wiederum nur eine einzige zugleich einen sorgsam durchdachten Entwurf für die Drehmechanik brachte, welcher nicht allein alle Ansprüche vollständig erfüllte, sondern auch sich in der Ausführung sehr gut bewährt hat. Es geht dieser Entwurf sogar über die Anforderungen des Programmes noch hinaus, indem nach demselben ein Durchdrehen der Brücke nicht nur nach einer, sondern nach beiden Richtungen möglich ist. Dieser Entwurf wurde von Hrn. Wilh. Vollhering, früher in Firma Wilh. Vollhering & Co. in Sudenburg-Magdeburg, eingeliefert. Er wurde jedoch in der eingelieferten Form nicht ohne weiteres angenommen, erlitt vielmehr auf Anfordern der Bauverwaltung einige derselben unerläfslich erscheinende Abänderungen; z. B. hatte Hr. Vollhering, um die Construction zu vereinfachen, in seinem Entwurfe die Drehbrücke wie ein Dampfschiff gesteuert behandelt, indem er dem commandirenden Brückenwärter auf der Brücke und dem Maschinisten im Innern des Drehpfeilers ihre Plätze

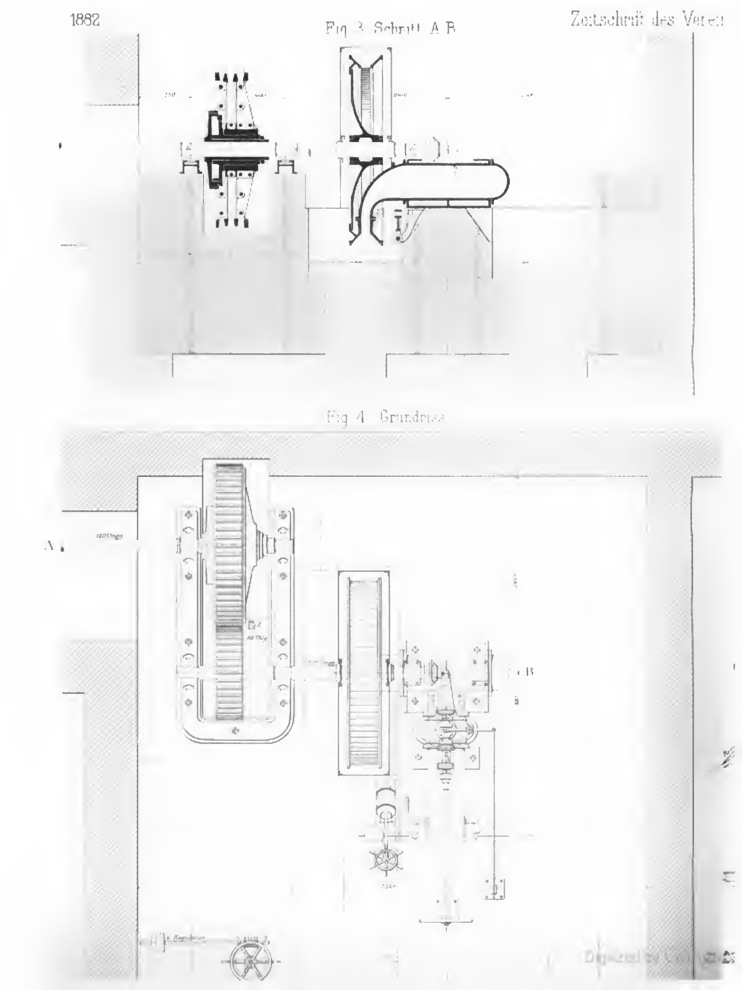

Fig 3 Schnitt A B
Fig 4 Grundriss
Regulator

Fig 5

Alfred Seemann

Turbinen - Bremsversuche

in der

Mechanischen Bindfadenfabrik Jmmenstadt.

Fig 1 Situationsplan der Wasserleitung



Fig 2 Langenprofil der Wasserleitung

anwies; da dies der Bauverwaltung nicht zulässig erschien, mufste die Steuerung von oben mittelst Durchbohrung des Drehzapfens angeordnet werden u. s. w.

Nachdem zwischen der Hamburger Baudeputation einerseits und Hrn. Vollhering andererseits nach längeren Verhandlungen vereinbart worden war, die Drehmechanik den Ansprüchen der Baudeputation gemäfs zu verändern, und nachdem dieselbe in den Grundzügen für die Ausführung festgestellt worden war, wurde der Vertrag im Juli 1878 abgeschlossen.

Die Lieferung bestand in folgendem:

1. Lieferung und Aufstellung des eisernen Oberbaues zweier fester Brückenöffnungen.
2. Lieferung und Aufstellung der Drehbrücke mit sämmtlichem zur Drehmechanik gehörigen Zubehör.

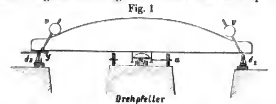
Die Eisenconstruction der festen Brücke sowohl, als auch die der Drehbrücke war von der Hamburger Baudeputation selbst berechnet und durch Zeichnungen genau bestimmt, nach denen die Ausführung bewirkt werden musste. Dagegen musste die Unternehmerin ihre Drehmechanik selbständig in allen Einzelheiten bearbeiten und construiren.

Generelle Erläuterung zu den Zeichnungen und für die Handhabung des Drehbrückenbetriebes.

Der ganze Mechanismus der Drehbrücke ist in den beigegebenen 6 Tafeln ausführlich dargestellt, und es soll nun im folgenden unter entsprechendem Hinweis auf diese Zeichnungen und unter gleichzeitiger Erläuterung derselben eine Darstellung der einzelnen Manipulationen beim Betriebe der Drehbrücke durch Maschinen- und Menschenkraft, sowie eine genaue und eingehende Beschreibung der Anordnung des ganzen Mechanismus und der Construction der einzelnen Theile gegeben werden. Einige der letzteren, deren eigenartige Construction ein längeres Verweilen bei der Beschreibung derselben rechtfertigt, sollen, um den Fluss der Darstellung nicht zu sehr zu stören, am Ende der Maschinenbeschreibung ausführlicher erwähnt werden. Bezüglich der Anordnung der Zeichnungen sei hier vorweg erwähnt, dass die Kleinheit der einzelnen Figuren in den Gesammtdarstellungen es nothwendig machte, einzelne Partien herauszuziehen und in besonderen Figuren im gröfseren Mafsstabe deutlich zur Darstellung zu bringen. Dass einige Figuren mehrere in verschiedenen Ebenen liegende Schnitte enthalten, und auf diese Weise einige sonst verdeckte Theile vor Augen geführt sind, ist schon aus den Schnittbezeichnungen auf den Zeichnungen selber ersichtlich; wo diese Schnittbezeichnungen des beschränkten Raumes wegen nicht ausführlich genug gegeben werden konnten, soll in der später folgenden Maschinenbeschreibung das fehlende nachgeholt werden.

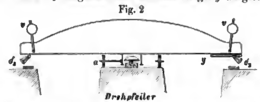
Die geschlossene, im befahrbaren Zustande befindliche Brücke ruht (s. Textzeichnung Fig. 1) an jedem Ende mittelst zweier Pendelauflager auf einem Strompfeiler, in der Mitte mittelst des Drehzapfens n' auf dem Drehpfeiler. In diesem Zustande beträgt das Gesammtgewicht der vollbelasteten Brücke 607^t, das der unbelasteten 299^t. Ersteres drückt auf jedes Pendelauflager mit 50^t, auf den Drehzapfen mit 407^t; letzteres ergiebt die bezüglichen Drücke von 28^t resp. 187^t.

Fig. 1



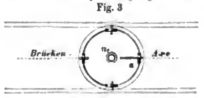
Soll nun die Brücke ausgedreht werden, so werden durch die an den Hauptträgerenden befindlichen 4 Kniehebelmechanismen v beide Brückenenden gleichzeitig um 5^{mm} gehoben, dann die 4 Pendel δ_2 ausgeschwenkt und der Riegel y ausgeriegelt.

Fig. 2



Es werden alsdann durch die Kniehebelmechanismen die Brückenenden gleichzeitig soweit gesenkt, bis die Brücke (s. Textzeichnung Fig. 2) nur noch auf dem Drehzapfen und den 4 Stützrädern ruht, sonst aber frei schwebt. Der Druck, der dann auf den Drehzapfen und die 4 Stützräder ausgeübt wird, beträgt also rot. 300^t. Diese 4 Stützräder finden ihre Lagerung an der Brückenconstruction und rollen auf einem auf den Drehpfeiler gelagerten Schienenkranze.

Fig. 3



Ihre Anordnung um den Drehzapfen n_1 herum ist aus dem Grundrisse der Textzeichnung Fig. 3 zu ersehen, und es sei hier noch bemerkt, dass nur eine dieser Rollen, a, in festen Lagern ruht, während die Verbindung der Lager der 3 übrigen Rollen mit der Brückenconstruction durch Federn vermittelt wird, welche mit 7000^{kg} gespannt sind. In dem letztbeschriebenen Zustande des freien Schwebens kann nun die Brücke durch Maschinen- resp. Menschenkraft aus- und wieder eingeschwenkt werden. Nach beendetem Wiedereinschwenken der Brücke in ihre neue Ruhelage wird zunächst der Riegel eingeriegelt, die Brückenenden mittelst der Kniehebel v gehoben, und die Pendel δ_2 wieder eingeschwenkt. Darauf werden von neuem die 4 Brückenenden soweit gesenkt, bis dieselben auf den Pendeln wieder aufliegen, womit dann die Brücke wieder befahrbar ist.

(Beschreibung der Drehbrückenmechanik und Schlufs folgt.)

Turbinen-Bremsversuche in der Mechanischen Bindfadenfabrik Immenstadt.

Von **Alfr. Seemann**, Privatdocent an der kgl. techn. Hochschule in München.*)

(Vorgetragen in der Versammlung des Bayerischen Bezirksvereines am 24. Februar 1882.)

(Hierzu Tafel XXI.)

Vom 2. bis 4. October 1881 wurde in der Mechanischen Bindfadenfabrik Immenstadt eine Reihe von Versuchen ausgeführt, woran in Gemeinschaft mit dem von Seiten der Besitzer mit deren Leitung beauftragten Hrn. Prof. Schröter in München und Hrn. Ingenieur Reifer von der Maschinenfabrik J. J. Rieter & Co. in Winterthur der Berichterstatter

*) Siehe auch den Vortrag über Hochdruckturbinen von J. Krumper in diesem Hefte.

vertheilt wurde. Die Folge dieser Benetzung war es wohl auch, dass das Gewicht des Bremsapparates sich nachher gröfser herausstellte als zuvor; es fand sich nämlich vor den Versuchen = 876^{kg}, nach denselben = 881^{kg}. Indes wurde für die Berechnungen die letztere Zahl beibehalten, weil die Zunahme der Feuchtigkeit von Versuch zu Versuch nicht genauer festzustellen war. Es mag hier gleich beigefügt werden, dass man z. B. auch die Reibungen durchweg gebührend berücksichtigt hat, um nicht allzu knapp und für das Endresultat zu ungünstig zu rechnen.

Das Uebergewicht des Bremszaumes wurde an Ort und Stelle in bekannter Weise ausbalancirt. Leider konnte infolge örtlicher Hindernisse der Angriffspunkt zwischen Hebel und Wage nicht mit der Achse der Scheibe in dieselbe Horizontale gelegt werden (von Prof. Radinger mit Recht empfohlen); derselbe kam, wie wohl meist in der Praxis, etwas höher, ohne dass man jedoch besondere Nachtheile verspürt hätte, da eine eiserne Walze als Zwischenlage diente. Die Handhabung der Bremse — ein Geschäft, das man, beiläufig bemerkt, niemals dem ersten besten Tagelöhner anvertrauen sollte, weil es Uebung und eine gewisse Feinfühligkeit erfordert — erfolgte mittelst eines am hinteren Ende befindlichen Sterns, und wurde die Kraft durch ein Schneckengetriebe auf die Schraube des Zugbands übertragen. Trotzdem die sonst sehr vortheilhaften Gummiunterlagen fehlten, liefs sich die Regulirung sehr leicht an, und nur der Umstand, dass die Oberfläche der Bremsscheibe auf die Dauer nicht ausreichte, um die entwickelte Reibungswärme abzuleiten, nöthigte einige Male dazu, den Versuch abzubrechen.[1]) Während des Bremsens aber liefs der Beharrungszustand nichts zu wünschen übrig, wozu jedenfalls die bedeutende Umfangsgeschwindigkeit der Bremsscheibe ($14{,}07^m$ pro Secunde bei 210 Umgängen) das ihrige beitrug; der Hebel wirkte ohne Zwang auf die Wage, deren Zunge sich ruhig und leicht vor der Marke auf- und abbewegte.

Die Resultate der Hauptversuche vom 2. October sind in Tabelle I zusammengestellt. Gemessen wurde die wirksame Länge des Bremshebels $l = 2{,}259^m$, die minutliche Umgangszahl n mittelst eines Rotationszählers aus wiederholten Beobachtungen an der Turbinenwelle abgenommen. Bedeutet ferner G das auf die Wagschale gelegte Gewicht reducirt auf den Hebelarm l, so ist die Anzahl der gebremsten Pferdestärken:

$$N_s = \frac{\pi\, l}{30 \,.\, 75} \cdot n \cdot G = 0{,}0031542\; n\, G,$$

wonach die Werthe in Col. 4 berechnet sind. Col. 5 enthält die Zapfenreibungsarbeit, welche von dem Gewichte der Bremsvorrichtung (881^{kg}) sowie des auf der Turbinenwelle mitlaufenden Stirnrades (1285^{kg}) herrührt. Dabei ist noch zu beachten, dafs die Lager um den Druck der Wage gegen den Bremsbalken, d. h. um G^{kg} entlastet werden; daher die Reibungsarbeit (5):

$$N_r = f\,(881 + 1285 - G)\,\frac{d\,\pi\, n}{60 \cdot 75} = 0{,}1 \cdot \frac{0{,}17 \cdot 3{,}1416}{4500}\, n\,(2166 - G).$$

Die Summe (4) + (5) giebt die von der Turbine effectiv geleistete Arbeit N_e in Col. 6.

---

[1]) Nach der Formel von Radinger:

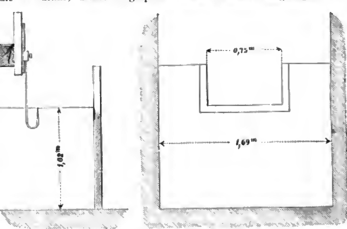
$$D\,b = \frac{N}{C},$$

mit $C = 300$ für Wasserkühlung, würde die Scheibe nur bis $N = 91{,}2$ Pf. genügen, während noch die doppelte Arbeit recht wohl gebremst werden konnte. Es scheint demnach der Umfangsgeschwindigkeit ein gewisser Einfluss auf die Gröfse von C zuzustehen.

Tabelle I. Bremsung.

Versuch No:	I	II	III	IV	V a	V b	V c
1. Dauer des Vers. in Min.	20	25	15	5		20	
2. Umgg. pro Min. n	211	211	214	216	240	213	194
3. Bremsdruck G kg	116,5	212,5	288,5	371,0	165,5	200,0	225,0
4. Gebremste Arb. N_s	77,5	141,4	194,7	252,8	125,3	134,4	137,7
5. Reibungsarbeit N_r	5,1	4,9	4,8	4,6	5,7	5,0	4,5
6. Effective Arb. N_e	82,6	146,3	199,5	257,4	131,0	139,4	142,2

Besondere Sorgfalt wurde auf die Wassermessung — gewöhnlich der am meisten streitige Punkt — verwendet. Zu diesem Behufe hatte man in den Abflusskanal, der hinter der Turbine ein gemauertes Gerinne von $1{,}69^m$ Breite bildet, eine Bohlenwand mit einer aus Blech ausgeschnittenen, rechteckigen Oeffnung eingebaut (vgl. nebenstehende Skizze). Auf diese Weise erhielt man einen Ueberfall von rund $0{,}75^m$ Breite, dessen untere Kante in genau horizontale Lage gerichtet wurde; es musste dann die variable Höhe des ungesenkten Wasserspiegels über derselben gemessen werden. Die hierzu dienende Vorrichtung bestand in einer an einen Querbalken befestigten Scala, an der ein Nonius vertical sich verschieben liefs; mit letzterem in Verbindung stand ein starker Eisendraht, dessen zugespitztes Ende aufwärts umgebogen war.



Beim Ablesen wurde dieses von unten nach oben bewegt und es trat der Moment, da die Spitze den Wasserspiegel berührte, mit grofser Schärfe hervor. Nach unseren Erfahrungen gestattet diese schon von Francis[1]) erprobte Methode genauere Beobachtungen, als wenn man umgekehrt eine Spitze von oben her dem Wasser nähert, weil die Adhäsion, welche um so störender wirkt, je bewegter die Oberfläche ist, nicht mehr ins Spiel kommt. Die Höhenlage des Nullpunkts der Scala fand sich einfach aus der Ablesung bei ruhig stehendem, den Kanal gerade bis zu jener Kante erfüllendem Wasser. Während der Versuche wurde möglichst oft, durchschnittlich alle 2 bis 4 Minuten abgelesen. Obgleich es wegen des engen Raumes nicht thunlich war, die Stelle, wo die Druckhöhen gemessen wurden, weiter als $0{,}5^m$ hinter den Ueberfall zu legen, so konnte dennoch von einer Senkung des Wasserspiegels daselbst nichts bemerkt werden.

Nach dem Lieferungsvertrage sollte die verbrauchte Wassermenge aus der Formel von Braschmann[2]) berechnet

---

[1]) Francis, Lowell hydraulic experiments: New-York 1868.

[2]) Rühlmann, Hydromechanik, 2 Aufl., S. 306: oder Civilingenieur 1863, Bd. IX, S. 449.

werden; man hatte die Dimensionen des Ueberfalls so gewählt, dass die Bedingungen, unter welchen jene Formel passend Anwendung findet, erfüllt waren. Dieselbe giebt die Anzahl der pro Secunde abfliefsenden Cubikmeter

$$Q = \left(0{,}3838 + 0{,}0386 \frac{b}{B} + \frac{0{,}00053}{h}\right) b h \sqrt{2gh},$$

es bezeichnet darin b^m die Breite des Ueberfalls, B^m diejenige des Kanals hinter demselben, h die gemessene Druckhöhe gleichfalls in Metern.

Speciell für $b = 0{,}74965^m$, $B = 1{,}69^m$ geht die Formel über in:

$$Q = (1{,}2312\, h + 0{,}00176) \sqrt{h}.$$

Die entsprechenden Werthe von Q in Litern pro Secunde zeigt Tabelle II in Col. 3.

Zur Vergleichung wurde noch die Wassermenge nach der Weisbach'schen Formel berechnet. Für vollkommene Ueberfälle in dünner Wand und bei vollständiger Contraction auf drei Seiten (B erheblich $> b$) setzt Weisbach[1]):

$$Q = \mu\, b h \sqrt{2gh},$$

wo

$$\mu = \mu_0 (1 + 1{,}718\, n^4)$$

und μ_0 der Coëfficient nach Poncelet-Lesbros für Ueberfälle von $0{,}2^m$ Breite ist.

$$n = \frac{bh}{F_0}$$

bedeutet das Verhältnis zwischen der Fläche (bh) und dem Querschnitt F_0 des gesammten Wasserkörpers im Kanale.

Tabelle II. Wassermessung.

Versuch No:	I	II	III	IV	V	VI
1. Schieberöffnung mm	10	15	20	25	15	31[2])
2. Druckhöhe h m	0,1260	0,1714	0,2048	0,2295	0,1647	0,2751
3. Wassermenge, l pr. Sec. nach Braschmann	60,1	95,2	124,2	147,2	89,7	193,0
nach Weisbach . . .	58,5	92,4	120,0	142,0	87,1	185,0
nach Castel	60,6	96,2	125,7	149,1	90,65	195,7
4. Wassermenge, corr.	59,77	94,87	123,87	146,87	89,27	192,67
5. Disponible Arb. N_d	138,7	220,1	287,4	340,7	207,2	447,0

Tabelle III. Wirkungsgrade.

Versuch No:	I	II	III	IV	V			VI
					a	b	c	
1. Wassermenge, l pro Sec. . .	59,77	94,87	123,67	146,87		89,37		192,67
2. Umgg. pro Min. n	211	211	214	216	240	213	194	210
3. Wirkungsgrad	0,595	0,665	0,694	0,755	0,632	0,672	0,686	0,764

Die Werthe von Q nach Weisbach werden etwas kleiner als nach Braschmann; zieht man dagegen auch die Formel von Castel[3]) heran, so liefert diese unbedeutend gröfsere Wassermengen als die letztere, welche sonach im vorliegenden Falle die Wahrheit am besten wiederzugeben scheint.

Da es sich nachträglich herausstellte, dass die Stopfbüchse beim Einlassschieber nicht ganz dicht hielt und dort pro Secunde 0,33 l direct in den Untergraben ausströmten, so ist letzteres Quantum von den berechneten Wassermengen zu subtrahiren; man findet dadurch die in Col. 4 stehenden, corrigirten Wassermengen als diejenigen, welche thatsächlich in die Turbine gelangt sind.

Als wirksames Gefälle sollte ferner die hydraulische Druckhöhe unmittelbar vor der Turbine betrachtet und mittelst Manometers gemessen werden. Es wurden dazu zwei von Schäffer & Budenberg herrührende Instrumente benutzt, deren Scalen nachher im Laboratorium für Maschinenlehre der technischen Hochschule in München geprüft wurden. Nach Anbringung der Correctionen ergaben beide übereinstimmend das mittlere Gefälle

$$H = 174^m,$$

wonach die disponible Arbeit

$$N_d = \frac{1000\, Q\, H}{75}$$

in Col. 5 der Tabelle II berechnet ist.

Schliefslich liefert der Quotient $\frac{N_e}{N_d}$ den Wirkungsgrad der Turbine für verschiedene Beaufschlagungen, wie in Tabelle III angegeben.

Schon bei Versuch IV mit 252,8 gebremsten Pferdestärken musste nach kurzer Zeit (5 Minuten) eingehalten werden, weil die Bremsscheibe zu heifs wurde und das Kühlwasser in Dampf aufging. Es schien daher nicht rathsam, die Bremsvorrichtung noch stärker anzustrengen. Um dennoch Anhaltspunkte zu gewinnen für die Leistung der höher beaufschlagten Turbine, beschloss man, am Nachmittage des 3. October Indicatorversuche zu machen, während die Fabrik bei normaler Belastung an die Reservedampfmaschine angehängt werden sollte. Berechnet man dann aus der indicirten Leistung der Dampfmaschine die effective, auf die Transmission übertragene Arbeit, so braucht man nur dieselbe Arbeit durch die Turbine allein ausführen zu lassen und gleichzeitig Wassermenge und Gefälle zu beobachten, um auch für diesen Fall das Verhältnis zwischen der geleisteten und der disponiblen Arbeit mit einer für den gedachten Zweck genügend erachteten Annäherung zu finden (Versuch VI).

Die zu indicirende Maschine ist eine Zwillingsmaschine mit Sulzer-Steuerung, von der Maschinenfabrik Augsburg gebaut. Hauptabmessungen sind: Cylinderdurchmesser 576^{mm}, Durchmesser der Kolbenstangen 80^{mm} (auf beiden Seiten gleich); Hub $1{,}148^m$ links, $1{,}150^m$ rechts. Von 15 zu 15 Minuten wurden an jedem Cylinderende Diagramme, im ganzen $4 \cdot 22 = 88$ abgenommen, und nach den Mafsstäben der Federn, welche in unserem Laboratorium unter Dampfdruck geprüft wurden, die mittleren indicirten Spannungen berechnet. Es fand sich:

$$p_i = 5{,}378^{kg} \text{ pro Quadratcentimeter links}, \quad = 5{,}487^{kg} \text{ rechts}.$$

Bei einer mittleren Umgangszahl von 50,62, welche der normalen Geschwindigkeit der Turbine (210 pro Minute) entspricht, giebt dies die Anzahl der indicirten Pferdestärken

$$N_i = 184{,}08 + 181{,}42 = 365{,}5.$$

Abends wurde noch die leerlaufende Dampfmaschine indicirt und für die normale Tourenzahl die Leerlaufarbeit

$$= 25{,}5 = 0{,}07\, N_i$$

erhalten. Bringt man weiter die zusätzliche Reibung mit 7 pCt. der effectiven Leistung in Anschlag, so folgt diese aus

$$N = \frac{365{,}5 - 25{,}5}{1{,}07} = 317{,}8.$$

Danach wird, mit einem Abzuge von 0,5 pCt., welche schätzungsweise durch die Zahnreibung zwischen dem Schwungrade und

[1]) Weisbach, Ingenieur- und Maschinen-Mechanik I., 5. Aufl., S. 992; oder Grashof, Theoret. Maschinenlehre I., S. 798.

[2]) Mittel, eigentlich variabel zwischen 28 und 35^{mm}, weil der Regulator mitging.

[3]) Grashof, a. a. O.

dem Stirnrade der Antriebwelle verbraucht werden, die auf letztere übergehende Arbeit

$$= 0{,}995\, N = 316{,}3 \text{ Pf.}$$

Der zweite Theil des Versuches VI wurde am Morgen des 4. October durchgeführt, wobei für einen möglichst unveränderten Betrieb, übereinstimmend mit dem des vorigen Tages, gesorgt war. Nun aber setzt sich die Gesammtleistung der allein arbeitenden Turbine zusammen aus den oben berechneten 316,3 Pf. und der Arbeit der Widerstände, herrührend von der früher nicht mitbetriebenen Vorgelegewelle, welche zwischen der Turbine und der verticalen Haupttransmission eingeschaltet ist. Nach Mafsgabe der vorhandenen Verhältnisse summirt sich jene Widerstandsarbeit (annähernd gerechnet, bei normaler Umgangszahl) wie folgt:

Zapfenreibung bei der Vorgelegewelle $= 17{,}9$
» » » Königswelle $= 2{,}0$
Zahnreibung bei den Stirnrädern zwischen Turbine und Vorgelegewelle $= 0{,}0103\, N_e$
Zahnreibung bei den konischen Rädern zwischen Vorgelege- und Königswelle $= 0{,}0063\,(0{,}99\, N_e - 17{,}9)$.

Es folgt daher die effective Leistung der Turbine bei 210 Umgängen pro Minute aus:

$$N_e = 316{,}3 + 17{,}9 + 2{,}0 + 0{,}0103\, N_e + 0{,}0063\,(0{,}99\, N_e - 17{,}9),$$

wonach

$$N_e = 341{,}5 \text{ Pf.}$$

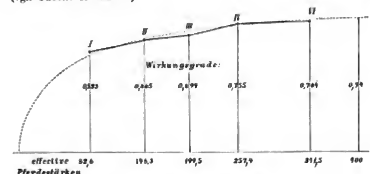
Das zugehörige Wasserquantum ward wie am 3. October gemessen; nach der Braschmann'schen Formel ergab sich aus einer dreistündigen Beobachtung als Mittelwerth:

$$Q = 0{,}193^{\text{cbm}} \text{ pro Secunde.}$$

Bei einem gleichzeitig ermittelten Gefälle von 174^{m} resultirt die disponible Arbeit $N_d = 447{,}0$ Pf. und demgemäfs für den Versuch VI der Wirkungsgrad

$$= \frac{341{,}5}{447{,}0} = 0{,}764$$

(vgl. Tabelle II und III).



In beistehender Figur sind die Wirkungsgrade bei verschiedenen Wassermengen graphisch zusammengestellt. Für die Beurteilung mafsgebend sind zunächst nur die Versuche I bis IV, sofern bei ihnen die Umgangszahl wenigstens annähernd gleich der normalen 210 war. Dagegen wurde bei V (s. die Tab.) absichtlich mit mehreren Geschwindigkeiten gearbeitet, um den Einfluss der Abweichungen von der angenommenen Norm kennen zu lernen. Da die Druckhöhen während der drei auf einander folgenden Bremsproben Va, b und c ziemlich constant blieben, so wurde der Wasserverbrauch wie sonst aus dem arithmetischen Mittel der beobachteten h berechnet. Man erkennt aus den zugehörigen Resultaten, welche weniger absoluten als relativen Werth beanspruchen und deshalb in obige Darstellung nicht aufgenommen sind, dass ein Ueberschreiten der normalen Geschwindigkeit verhältnismäfsig schädlicher wirkt, als ein Herabgehen unter dieselbe, ja dass dieses sogar von Vortheil sein könnte.

Der Wirkungsgrad, welcher aus dem combinirten Versuche VI gefunden wurde, ist ein mittlerer für eine längere, jedoch ziemlich gleichförmige Betriebsperiode; während derselben schwankte die Schieberöffnung unter dem Einflusse des Regulators zwischen 28 und 35^{mm}, und hatte die Turbine überdies eine gewisse Reibungsarbeit zur Bewegung des Einlassschiebers zu leisten, welche zwar nicht leicht festzustellen ist, immerhin aber zu ihren Gunsten wirkt, so dass der Wirkungsgrad 0,764 für diesen Versuch eher etwas zu niedrig erscheint.

Es ist daher sehr zu bedauern, dass die Versuche nicht bis zu demjenigen Effect ausgedehnt werden konnten, welchen der Constructeur seinen Berechnungen zu Grunde gelegt hatte; denn nach der graphischen Darstellung ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass man in diesem Falle einen noch um einige Procente höheren Wirkungsgrad erzielt hätte.

Im ganzen wird man die erreichten Resultate um so mehr anerkennen müssen, als durch die ganz ungewöhnlichen Verhältnisse die Aufgabe wesentlich erschwert war. Es ist z. B. kaum anzunehmen, dass bei den aufserordentlich hohen Geschwindigkeiten die an sich schon unsicheren theoretischen Voraussetzungen über die Zerlegung derselben und über die Gröfse der Effectverluste immer noch zutreffen; ja es dürfte fraglich erscheinen, ob das Wasser wirklich in Strahlform oder nicht vielmehr theilweise in Staub aufgelöst durch die Turbine hindurchwirbelt. Beobachten konnte man nur, dass der Austritt an der Peripherie ein ziemlich radialer war. Die berechnete absolute Austrittsgeschwindigkeit daselbst beträgt etwa $7{,}5^{\text{m}}$.

Die Geschwindigkeit des Austritts aus dem Leitapparate kann für die verschiedenen Fälle aus dem Querschnitte der Mündung und der gemessenen Wassermenge berechnet werden. Ein regelmäfsiger Zusammenhang zwischen diesen Gröfsen lässt sich nicht erkennen; im Mittel findet man die Ausflussgeschwindigkeit

$$w_0 = 55{,}385^{\text{m}}.$$

Bringt man dieselbe mit der wirksamen Gefällhöhe H in Verbindung durch die Formel:

$$w_0 = \varphi \sqrt{2gH} = \sqrt{\frac{2gH}{1+\zeta}},$$

so ergeben sich die Mittelwerthe der Coëfficienten

$$\varphi = 0{,}948; \quad \zeta = 0{,}113.$$

Schliefslich habe ich noch zu erwähnen, dass im Anschluss an die Turbinenversuche die Druckverluste in verschiedenen Strecken der Rohrleitung bestimmt werden sollten. Hier können wir keine Erfolge verzeichnen, indem die benutzten Federmanometer sich sammt und sonders als viel zu unempfindlich erwiesen. Doch wurde am 4. Oct. mittags 12^{h} am Ende der Rohrleitung der hydrostatische Druck $= 177{,}5^{\text{m}}$ notirt, was auf einen ungefähren Verlust von $3{,}5^{\text{m}}$ oder von 2 pCt. des disponiblen Gefälles schliefsen lässt.

Das Wassergas.

Nach dem Vortrage von Prof. Dr. v. Marx in Stuttgart, gehalten im Württemb. Bezirksverein am 24. Februar.

Die bedeutenden Erfolge, welche in den letzten Jahrzehnten in vielen Industriezweigen durch Einführung der Generatorgasfeuerung erzielt worden sind, lassen es als wünschenswerth erscheinen, dass auch für kleinen Heizbedarf die Heizung mit Gas bei ihren mancherlei Vorzügen allgemeinere Anwendung finde. Gerade bei den kleinen Feuerungen, z. B. beim Haushaltungsbetriebe, verspricht das Heizen mit Gas, das in Röhren zugeführt wird, besondere Vortheile, wenn man an das Lästige der Herbeischaffung der gewöhnlichen Brennstoffe denkt, an die Umständlichkeit des Anzündens u. s. w., und wenn man daran erinnert wird, dass der Nutzeffect, welchen man durchschnittlich bei den Haushaltungsfeuern erreicht, nicht viel mehr als 10 pCt. der aus dem verbrauchten Brennstoffe zu entwickelnden Gesammtwärme beträgt, während der Nutzeffect beim Heizen mit Gasen zu mehr als 80 pCt. geschätzt wird. Ein billiges Heizgas wäre namentlich auch für das Kleingewerbe von grofser Bedeutung, weil Gasmotoren bis zum kleinsten Kraftbedarfe herab betrieben werden können, während eine Dampfmaschinenanlage schon gröfseren Betrieb voraussetzt. Dass man sich der Vortheile des Heizens mit Gas im gewöhnlichen Leben mehr und mehr bewusst wird, geht daraus hervor, dafs man sich immer häufiger des Leuchtgases zu Heizzwecken bedient, zum Heizen von Räumen, zum Kochen und namentlich zum Betriebe von Gasmotoren für kleineren Kraftbedarf.

Ein Gas, welches nur zu Heizzwecken zu dienen hätte, liefse sich wohl ziemlich billiger herstellen als Leuchtgas, da Heizgas sich aus den schlechtesten Brennstoffen gewinnen lässt, während für Leuchtgas die Wahl des zu vergasenden Brennstoffes eine sehr beschränkte ist. Der schon vor 20 Jahren von Siemens gemachte Vorschlag, die Städte nicht nur mit Leuchtgas, sondern auch mit Heizgas in gesonderten Röhrenleitungen zu versorgen, blieb wohl nur deshalb unausgeführt, weil solche Röhrenleitungen ein sehr grofses Kapital erfordern; denn es ist bekannt, dass bei der Anlage eines städtischen Gaswerkes die Röhrenfahrt den weitaus gröfseren Theil des Anlagekapitals in Anspruch nimmt. Da seither das Leuchtgas als solches ein Bedürfnis war, und da dasselbe recht wohl auch zu Heizzwecken dienen kann, auch erst in neuester Zeit die Wichtigkeit der Gasheizung zur Erkenntnis kam, so wäre es fraglich gewesen, ob sich seither eine besondere Heizgasanlage rentirt hätte. Mit der Entwickelung der elektrischen Beleuchtung werden sich aber die Verhältnisse über kurz oder lang anders gestalten.

Wenn es schon jetzt Thatsache ist, dass man mehr Licht erhält, wenn man das Leuchtgas zum Betrieb eines Gasmotors benutzt, der eine Dynamomaschine zur Erzeugung elektrischen Lichtes treibt, als man Licht erhält, wenn man das Gas direct zu Leuchtzwecken verwendet, so kann man sich nicht mehr verhehlen, dass wohl bald das Leuchtgas seine Bedeutung als Beleuchtungsmaterial verloren haben wird, und der Gedanke liegt nahe, dass dann unsere Leuchtgasfabriken sich in Heizgasfabriken umgestalten werden.

Das über das Verhältnis von elektrischem Lichte zum Gaslichte gesagte möge folgende Tabelle erläutern, in welcher Alfred Niaudet die Resultate zusammenstellte, die verschiedene Experimentatoren beim Messen des Lichtes bei den wichtigsten Systemen der elektrischen Beleuchtung, bezogen auf 1 Pferdekraft (75^{mkg}), erhielten.

		Carcels
1.	Voltabogen. Entfernung der Stifte 10^{cm}, Maximalzahl, die wohl in der Praxis nicht zu erreichen. Gewöhnliche Gramme-Maschine (Fontaine) . .	285
2.	Voltabogen, Entfernung der Stifte 3^{cm}. Gewöhnlicher Gang. Gramme-Maschine (Fontaine) . .	230
3.	Voltabogen. Zahl, gegeben durch den Präsidenten des Commitee on Lighting by electricity: 2400 Kerzen; 9,6 = 1 Carcel	250
4.	Jablochkoffkerze. Gramme-Maschine mit Wechselstrom. Eine Kerze brauchte $^5/_6$ Pferdekraft (Honoré) und gab ein Licht von 41 Carcels (Joubert), also pro Pferdekraft	49,2
5.	Edison-Glühlampe, Zahl gegeben von Rowland und Barker	11—21
	von Bracket und Young	19
6.	Glühlampe von Swan, 150 Kerzen, 9 = 1 Carcel	16,66

Der Verbrauch eines Gasmotors an Leuchtgas beträgt durchschnittlich in 1 Stunde pro Pferdekraft 1^{cbm}. Andererseits erhält man mittelst eines Argandbrenners, der 150^{l} Gas in der Stunde verbraucht, ein Licht gleich dem von 18 Kerzen, d. i. pro Cubikmeter ein Licht von 120 Kerzen; nur 9 für 1 Carcelbrenner gerechnet, entspricht diese Zahl 13,33 Carcels. Die obigen Zahlen sind fast alle gröfser als diese, und ganz besonders diejenigen, die bei Anwendung des Lichtbogens erhalten wurden; aber man erkennt auch, dass bereits die Glühlichter mit dem Gase concurriren. Beim Verbrennen des Leuchtgases wird verhältnismäfsig viel der chemischen Energie in Wärme, wenig in Licht umgesetzt, beim elektrischen Licht ist das Verhältnis für die Lichtentwickelung viel günstiger.

Wenn schon jetzt für die Beleuchtung grofser Räume das elektrische Licht bei gleicher Lichtintensität billiger ist, als das Gaslicht, so ist wohl anzunehmen, dass vielleicht bald bei der Aufmerksamkeit, welche man der elektrischen Beleuchtung zugewendet hat, auch für kleinen Lichtbedarf dies der Fall sein wird. Das Leuchtgas ist dann überholt, aber das Heizgas wird alsdann um so mehr an Bedeutung gewinnen.

Fragt man sich, auf welche Weise ein billiges Heizgas herzustellen ist, so kommt man zu der Ansicht, dass ein anderer Weg als der bei der Leuchtgasfabrikation eingeschlagene verfolgt werden muss, da man bei dieser durch trockene Destillation nur einen sehr kleinen Theil des Brennstoffs in Gasform erhält; aus den Gaskohlen erhält man aus 100^{kg} bekanntlich ungefähr 28^{cbm} Gas, $14,4^{kg}$ wiegend, daneben 66^{kg} Koks, wovon freilich beiläufig 20^{kg} zum Heizen der Retorten wieder verbraucht werden, so dass immer noch über 40^{kg} fester Brennstoff abgesetzt werden muss. Ein Process, welcher den Brennstoff vollständig in Gasform überführt, wird der trockenen Destillation vorzuziehen sein. Es fehlt aber auch nicht an Vorschlägen, Heizgas durch trockene Destillation herzustellen; man dachte z. B. daran, für Berlin in dem 35^{km} entfernten Fürstenwalde Braunkohle zu destilliren und das gewonnene Heizgas in starken Blechröhren durch die Luft in 12 Gasometer zu leiten, von denen aus das Gas wie beim Leuchtgas an die Consumenten vertheilt werden sollte. Vollständig lässt sich ein Brennstoff durch unvollständige Verbrennung vergasen, wie dies in den Generatoren der grofsen Feuerungen geschieht; es wird in ihnen der Kohlenstoff des Brennmaterials durch den Sauerstoff der Luft in

Kohlenoxyd verwandelt und dieses brennbare Gas in dem Heizapparate dann zu Heizzwecken verbrannt zu Kohlensäure. Von den 8080 Wärmeeinheiten, welche der Kohlenstoff im ganzen beim Verbrennen giebt, werden 2473 beim Verbrennen desselben zu Kohlenoxyd entwickelt, d. i. 30,6 pCt. der Gesammtwärme, welche, wenn courantes Gas, d. h. Gas, welches durch Röhren in die Ferne zu leiten ist, hergestellt werden soll, verloren gehen. Dazu kommt noch, dass das Generatorgas sehr reich an Stickstoff ist, der keinen Antheil an der Verbrennung nimmt, seine Menge beträgt im Generatorgas durchschnittlich 70 Vol.-pCt.; der Theorie nach, wenn man der Einfachheit halber nur mit Kohlenstoff rechnet, ungefähr 66 pCt., denn nehmen wir in der Luft rund 20 Vol.-pCt. Sauerstoff und 80 Vol.-pCt. Stickstoff an, so erhält man, da 1 Vol. Sauerstoff 2 Vol. Kohlenoxyd giebt, im Generatorgas auf 80 Vol. Stickstoff 40 Vol. Kohlenoxyd, ein Gasgemisch, das demnach 66²/₃ Vol.-pCt. Stickstoff enthält. Es wäre also durch die theure Röhrenfahrt ein Gas zu führen, das zu ²/₃ vollständig werthlos wäre. Vom Generatorgas muss also bei courantem Heizgas abgesehen werden.

Viel günstiger liegen sämmtliche Verhältnisse bei Darstellung von **Wassergas**. Es beruht bekanntlich die Gewinnung von Wassergas auf der chemischen Reaction, Wasser zu zerlegen, indem man dessen Dämpfe durch glühende Kohlen leitet; jeder Kohlenstoff ist dazu geeignet, die Holzkohlen so gut, wie die Koks. Der Kohlenstoff bemächtigt sich des Sauerstoffes des Wassers, und der Wasserstoff desselben wird frei. Dass bei der Einwirkung glühender Kohle auf Wasserdampf brennbares Gas entstehe, war schon früh bekannt, während der Process erst genauer im Jahre 1801 erforscht wurde, nachdem das Kohlenoxydgas entdeckt war. Es kann die Zersetzung des Wassers durch den glühenden Kohlenstoff in zweierlei Weise vor sich gehen, es kann sich nämlich neben dem Wasserstoff Kohlenoxydgas oder aber Kohlensäure bilden.

I	II
$C + H_2O = H_2 + CO$	$C + 2H_2O = 2H_2 + CO_2$
$12 + 18 = 2 + 28$	$12 + 36 = 4 + 44$
1 Vol. 1 Vol. 1 Vol.	2 Vol. 2 Vol. 1 Vol.

Der erste Process vollzieht sich bei überschüssiger Kohle und bei hoher Temperatur; sinkt die Temperatur, so entsteht Kohlensäure. Bei ungefähr 600° C. beginnt die Wasserzersetzung durch den Kohlenstoff. In der Praxis gehen die beiden Processe I und II neben einander her; es lässt sich nicht ein Wassergas herstellen, das frei von Kohlensäure ist, aber Aufgabe wird es sein, wenn es sich um Herstellung von Heizgas handelt, den Process so zu leiten, dass er möglichst nach der Formel I verläuft, was sich aus dem folgenden ergiebt.

I.

Calorimetrische Hülfszahlen.

1 Kilogramm	Verbrennungsproduct in Kilogr.	Verbrennungswärme Calorien
Wasserstoff	9,00 H_2O	34180 (Thomsen)
Kohlenstoff	2,33 CO	2473
do.	3,66 CO_2	8080
Kohlenoxyd	1,57 CO_2	2403
Sumpfgas (CH_4)	2,75 CO_2 / 2,25 H_2O	13346 (Thomsen)
Aethylen (C_2H_4)	3,14 CO_2 / 1,30 H_2O	11960 (Thomsen)

Aus diesen Zahlen berechnen sich folgende Werthe:

II.

1 Cubikmeter	Gewicht bei 0° und 760mm in Kilogr.	Verbrennungswärme von 1cbm in Calorien
Wasserstoff	0,0896	3063
Kohlenoxyd	1,2544	3014
Sumpfgas	0,7168	9566
Aethylen	1,2544	15099

Rechnet man der Einfachheit halber mit Gasen von 0° und 760mm Barometerstand, so geht aus obigen Zahlen hervor, dass man nach Formel I ein Wassergas erhält, welches, aus gleichen Volumen Wasserstoff und Kohlenoxyd bestehend, eine Verbrennungswärme im Cubikmeter besitzt von

$$\tfrac{1}{2} \cdot 3063 + \tfrac{1}{2} \cdot 3014 = 3038 \text{ Cal.}$$

Wassergas nach Formel II besteht aus ²/₃ Vol. Wasserstoff, ¹/₃ Vol. Kohlensäure, die Verbrennungswärme dieses Wassergases wäre demnach pro Cubikmeter:

$$\tfrac{2}{3} \cdot 3063 = 2042 \text{ Cal.}$$

Wollte man durch Absorptionsmittel die Kohlensäure aus dem Gase wegnehmen, was übrigens nur mit Aufwand von ziemlichen Kosten geschehen könnte, so würde man doch nur ein Gas erhalten von wenig höherer Heizkraft pro Cubikmeter als nach Formel I, denn man würde dann Wasserstoff mit 3063 Cal. pro Cubikmeter haben.

Unter solchen Umständen ist natürlich der Process nach Formel I vortheilhafter für die Praxis. Um das Wasser zu zersetzen, bedarf es eines gewissen Wärmeaufwandes; es muss nämlich ebenso viel Wärme gebunden werden, um das Wasser zu zersetzen, als Wärme frei wird, wenn Wasser entsteht; zersetzen wir das Wasser mittelst Kohlenstoffes, so wird durch sein Verbinden mit Sauerstoff Wärme entwickelt; die Differenz dieser Wärmemengen wird dem Wärmeaufwand entsprechen, der bei der Wassergasbildung erforderlich ist. Nach der Formel I haben wir also

$$\begin{aligned} 2 \,.\, 34180 &= 68360 \\ -12 \cdot 2473 &= 29676 \\ &\overline{38684} \text{ Cal.} \end{aligned}$$

Diese Wärmemenge ist aufzuwenden, um 12 Gwth. Kohlenstoff in das Wassergas überzuführen, also für 1 Gwth. Kohlenstoff $\tfrac{1}{12} \cdot 38684 = 3224$ Cal.

Um diese Wärmemenge zu entwickeln, ist nöthig, $\frac{3224}{8080} = 0{,}40$ Gwth. Kohlenstoff vollständig zu verbrennen. Will man nach obiger Formel 1kg Kohlenstoff in Wassergas überführen, so muss also zur Wasserzersetzung 0,4kg Kohlenstoff verbrannt werden, um die zur Wasserzersetzung nöthige Wärmemenge zu erhalten; diese ist nicht verloren, sondern im Wassergas aufgespeichert.

Nach Formel II dagegen hat man

$$\begin{aligned} 4 \,.\, 34180 &= 136720 \\ -12 \,.\, 8080 &= 96960 \\ &\overline{39760} \text{ Cal.} \\ \tfrac{1}{12} \,.\, 39760 &= 3313 \text{ Cal.} \end{aligned}$$

Sie zu entwickeln sind nöthig $\frac{3313}{8080} = 0{,}41$ Gwth. Kohlenstoff, also etwas mehr Kohlenstoff als bei Formel I, wie auch das nach Formel II erhaltene Wassergas beim Verbrennen etwas mehr Wärme giebt als das nach I erzeugte.

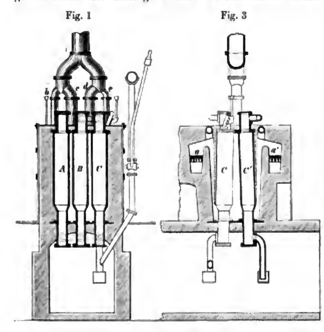
Geschichtliche Entwickelung des Wassergasprocesses.

Das Bestreben, das Wassergas industriell nutzbar zu machen, zieht sich fast durch unser ganzes Jahrhundert. Man

dachte freilich nicht daran, es als Heizgas zu benutzen, denn ein Bedürfnis für Heizgas empfand man erst in den letzten Jahrzehnten, sondern es sollte Beleuchtungszwecken dienen. Reines Wassergas brennt aber mit blauer, kaum leuchtender Flamme; um mit ihm aber doch zu beleuchten, wurden in der Praxis zwei Wege eingeschlagen, entweder wurde das Gas carburirt, so dass das carburirte Gas mit leuchtender Flamme verbrannte, oder es wurde in die Wassergasflamme Platin gehalten, dass dieses zum Weifsglühen und damit zum Leuchten kam. Die Erfindung des Carburirens ist wohl Faraday zuzuschreiben, der 1825 zeigte, dass das Oel, welches sich beim Comprimiren von Oelgas verdichtete, wenig leuchtende Gase stark leuchtend mache. Seit dieser Zeit werden Gase zu diesem Zwecke vielfach mit Dämpfen kohlenstoffreicher Körper mehr oder weniger gesättigt, was man eben das Carburiren nennt.

Im Jahre 1824 wurde das erste englische Patent inbezug auf Wassergas von Ibbeton genommen, die erste praktische Anwendung desselben scheint 1830 Donnovan in Dublin gemacht zu haben, doch ist nichts weiter darüber bekannt. 1832 hat Löwe vorgeschlagen, gewöhnliches Kohlengas durch Dämpfe von Theeröl oder Petroleum stärker leuchtend zu machen; er schlug auch vor, auf diese Weise Wassergas leuchtend zu machen. Jobard in Brüssel hatte Versuche in dieser Richtung gemacht und seine Resultate dem französischen Ingenieur Selligue mitgetheilt, der selbst schon in der Sache thätig war, und der schon zuvor die Fabrikation von Schieferöl aus dem bituminösen Schiefer von Autun eingeführt hatte. Mit Eifer griff dieser die Idee auf und stellte

Fig. 1 Fig. 3



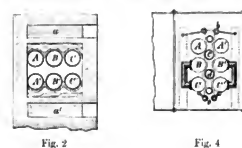


Fig. 2 Fig. 4

im Jahre 1834 Leuchtgas in einem Apparate dar, wie er durch die Fig. 1 bis 4 dargestellt ist. Sein Apparat bestand aus je zweimal drei Retorten *A*, *B*, *C* und *A'*, *B'*, *C'*, die in einem Ofen mit 2 Feuerungen *a* und *a'* eingemauert waren. Das Feuer war vor den 3 Retorten niedergeführt, ging unten zwischen den Retortenhälsen durch, durchstrich den Ofen in der Mitte nach oben und entwich endlich durch die 4 Röhren *b*, *c*, *d*, *e*. Zwei der Retorten *A* und *B*, *A'* und *B'* wurden mit Holzkohlen gefüllt erhalten. Befanden sich die Retorten in Kirschrothglühhitze, so wurde in die ersten Retorten *A* und *A'* oben Wasserdampf eingeleitet, der die glühende Holzkohle nach unten durchstrich und durch sie zersetzt wurde; die Gase traten unten in die zweiten Retorten *B*, *B'* über, in welchen sich der Wassergasprocess beendigte. Von diesen aus gelangten dann die Gase oben in die dritten Retorten *C*, *C'*, in welche man Schieferöl in langsamem Strahl durch den Deckel einfliefsen liefs. An den Wänden dieser Retorten und an eingehängten Kettengliedern verdampfte das Schieferöl und carburirte das Wassergas. Das Gas wurde dann von unten ab aus der dritten Retorte der Vorlage dem Condensator zugeführt und gelangte hierauf in den Gasometer, ohne dass eine weitere Reinigung nöthig war. In welchem Umfange diese Fabrikation betrieben worden ist, ist nicht bekannt.

Eine Anwendung von Wassergas zur Beleuchtung haben 1846 Gengembre und Gillard praktisch durchgeführt, als sie Passy, eine Vorstadt von Paris, mittelst Wassergases beleuchteten. Sie beabsichtigten, möglichst reinen Wasserstoff darzustellen und füllten deshalb anfangs die Retorten mit Eisenabfällen, dass diese den Wasserdampf zersetzten unter Bildung von Eisenoxyduloxyd und Wasserstoff

$$3\,Fe + 4\,H_2O = Fe_3O_4 + 4\,H_2.$$

Bald übrigens sind sie zur Anwendung von Holzkohle übergegangen, bemühten sich aber, die Umsetzung nach Formel II herbeizuführen dadurch, dass sie die Gase möglichst rasch aus dem Bereiche der glühenden Holzkohle zu bringen suchten. Sie fürchteten aus Gesundheitsrücksichten, ein an Kohlenoxyd reiches Gas herzustellen, und zogen vor, ihr kohlensäurereiches Gas mittelst Kalkes von Kohlensäure zu befreien. Nach Verver enthielt ein solches gereinigtes Gas 94 pCt. H, $3^1/_2$ pCt. CO, $^1/_2$ pCt. CO_2, 1 pCt. Wasserdampf, 0,4 pCt. Sumpfgas, 0,1 pCt. Stickstoff; er hatte 0,4 pCt. Verlust. Sie benutzten gewöhnliche liegende Gusseisenretorten, 5 in einem Ofen, die mit Holzkohlen beschickt wurden. Waren die Retorten orangerothglühend, so wurde der Dampf eingeleitet, der unter einem Drucke von $5^1/_2$ bis 6^{atm} in einem Dampfkessel, der besonders mit Steinkohlen geheizt war, erzeugt wurde. Der Dampf wurde am Boden des Retortenkopfes eingeführt und in 2 Röhren im Innern der Retorte verzweigt, die ihn nach dem hinteren Theile der Retorte führten. Diese Röhren waren mit 3 parallelen Reihen Oeffnungen zum Austritte des Dampfes versehen, in welche Thonmundstücke eingesetzt wurden, wegen zu rascher Oxydation des Eisens. Alle 5 Stunden waren die Retorten mit frischer Holzkohle zu laden, und jede Retorte soll pro Stunde gegen 6^{cbm} Gas gegeben haben, welches durch Kühlapparate und trockene Kalkreiniger geführt worden ist, ehe es den Gasometer erreichte. Verwendet wurde der Wasserstoff, indem man ihn durch den durchlöcherten Platinring eines Argandbrenners ausströmen liefs, der je nach der Gröfse des Brenners 12 bis 20 Löcher besafs; um die wenig leuchtende Gasflamme leuchtend zu machen, wurde 4^{mm} über der Brennerscheibe auf 3 Platinärmchen ein aus Platindraht geflochtener Cylinder eingestellt, der ins Glühen kam und leuchtete. Es wurde das Gas unter starkem Drucke (130^{mm}) zur Ausströmung

gebracht, wodurch ohne Zugglas ein ruhiges Licht erhalten wurde. Die Platinkörbchen wurden nach und nach brüchig und mussten alle Jahre erneuert werden. Diese Beleuchtungsmethode wurde später auch in der südfranzösischen Stadt Narbonne (50000 E.) eingeführt und soll vom Jahre 1856 bis 1865 im Betriebe gewesen sein; der Verbrauch an Platin soll die Rentabilität gestört haben. Diese Methode, das wenig leuchtende Wassergas stärker leuchtend zu machen, wurde nicht weiter verfolgt, sondern es wurde der Zweck ausschliefslich nur noch durch Carburiren zu erreichen gesucht unter Anwendung verschiedener Apparate und Carburirungsmaterialien.

Das 1850 durch den Engländer White hergestellte Hydrocarbongas war Wassergas, anfangs durch Harz-, später durch Boghead- oder Cannelgas carburirt. Vom White'schen Apparat wird angegeben, dass er aus 2 vertikalen L-Retorten von ca. 2m Höhe und 0,3m Weite bestand, an welche sich 2 liegende O-Retorten von gewöhnlichen Dimensionen anschlossen. Die vertikalen Retorten sind zur Erzeugung des Wassergases bestimmt gewesen, sie wurden mit Holzkohle gefüllt und in die erste mit dem Heber langsam Wasser einfliefsen gelassen; das Wassergas gelangte endlich in die liegenden Retorten, in welche anfangs Harz, mit dem in der vorhergegangenen Operation als Nebenproduct erhaltenen Harzöl zusammengeschmolzen, noch heifs mit einem Heber eingeführt wurde. Später hat White, statt mit Harz, die Retorten mit Bogheadkohle beschickt. Das Gas wurde endlich in gewöhnlicher Weise gekühlt und mittelst Kalkes gereinigt.

Nach den Versuchen von Frankland wurde so ein Gas erzeugt, das noch etwas höhere Leuchtkraft besafs, als gewöhnliches Steinkohlengas.

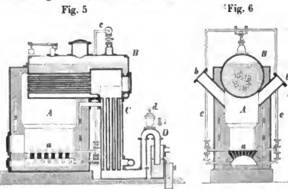
Der Belgier Leprince hat das System White dahin abgeändert, dass er die Retorten mit horizontalen Scheidewänden in 3 Abtheilungen theilte, in welchen die beiden Processe des Wassergasmachens und der Leuchtgaserzeugung vor sich gingen, die Wassergasbildung mittelst Koks, die Carburirung durch Backkohle. Das »Gaz mixte Leprince« war vorübergehend in Simonis' Tuchfabrik in Verviers, auf den Zinkhütten der Vieille Montagne, in dem Cockerill'schen Etablissement bei Lüttich, dann in der Stadt Mastricht bis 1872 eingeführt.

Ungefähr um dieselbe Zeit liefs sich in England Dimsdale ein Patent geben, nach welchem er den Wasserdampf direct in die mit den bituminösen Stoffen beschickten Retorten leitete; er schlug die Verwendung von bituminösen Schiefern, Boghead-, Cannel- oder gewöhnliche Steinkohlen vor.

Auch Isoard 1860 und Baldamus und Grüne 1862 haben Wasserdampf und bituminöse Substanz, der erstere Steinkohlentheer, die letzteren flüssige Kohlenwasserstoffe, zusammen in die geheizte Retorte geführt in der Absicht, den Wasserstoff des Wassers im Entstehungsmomente mit dem Kohlenstoffe des Carburirungsmittels chemisch zu Kohlenwasserstoff zu verbinden, was aber thatsächlich nicht der Fall ist.

Inbetreff der technischen Anordnung bot der 1859 von Kirkham in London construirte Apparat wesentlich Neues. Bis dahin wurde das Wassergas stets in Retorten dargestellt, welche von aufsen geheizt wurden; Kirkham betrat dagegen zuerst den Weg, in einem Ofen ohne Retorten das Gas darzustellen und zugleich die dazu nöthige Wärme durch Verbrennung im Ofen selbst zu erzeugen, d. h. er stellte eine Mischung von Generator- und von Wassergas her in einem Apparate, wie ihn Fig. 5 und 6 zeigen. Ueber einem Ofen *A*, aus feuerfestem Material hergestellt und mit eiserner Armatur versehen, befindet sich ein Röhrenkessel *B*, an welchem letztere angenietet ist; den unteren Theil des Ofens bildet ein durchbrochenes Gewölbe *a*, das als Rost dient. An beiden Seiten des Ofens (Fig. 6) befinden sich Beschickungsröhren *b*, die durch gefütterte Eisendeckel dicht zu schliefsen sind. Ein Gebläse führt die nöthige Luft unter das durchbrochene Gewölbe, auch tritt der im Kessel erzeugte Dampf durch eine Reihe von Röhren *c* unter dasselbe, oder, wenn es belegt sein sollte, über demselben zu der Kohlenschicht. Die entstandenen Gase, die Mischung von Generator- und Wassergas, ziehen durch die Röhren des Röhrenkessels, um noch zur Dampfentwickelung zu dienen, und gelangen endlich durch die Röhren eines Röhrenkühlers *C* in die Gasleitung *D* zur Kühlung und Kalkreinigung. Die atmosphärische Luft, welche zur Verbrennung dienen soll, wird mittelst des Gebläses durch den Röhrenkühler *C* geführt, so dass sie erhitzt unter die Feuerung tritt. Bei Beginn des Heizens lässt man die Feuerluft durch die Röhre *d* entweichen. Soll das Gas als Leuchtgas dienen, so wird das fertige Wassergas carburirt durch Steinöl, Benzin oder sonstige flüssige Kohlenwasserstoffe.

Fig. 5 Fig. 6



Der Wassergasprocess blieb nun einige Zeit ohne weitere, wesentliche Förderung bis zum Jahre 1874, von welchem Jahre an sich namentlich amerikanische Ingenieure für denselben interessirten. Für die Vereinigten Staaten ist derselbe auch von hervorragender Bedeutung, da gute Gaskohle dort verhältnismäfsig theuer, Anthracit dagegen, der sich für den Wassergasprocess recht gut eignet, in Hülle und Fülle vorhanden ist und es auch dort keineswegs an Carburirungsmaterial fehlt, als welches Petroleum, Naphta oder Petroleumrückstände dienen können. Die neueren, amerikanischen Wassergasöfen arbeiten alle mit innerer Feuerung in der Art, dass man eine Zeit lang Luft durch die Kohle führt, bis durch den Verbrennungsprocess die Kohle in heller Glut und der Ofen heifs genug ist; bis dahin lässt man die Feuergase in die Luft entweichen. Ist der Ofen heifs, so wird statt der Luft Dampf durch die Kohle geleitet, wodurch Wassergas gebildet wird, das man auffängt; bald aber ist der Ofen durch diesen Process soweit abgekühlt, dass wieder eine Heizperiode folgen muss, indem man Luft durch den Apparat presst, worauf dann wieder die Periode des Gasmachens kommt. Diese einzelnen Perioden wechseln in kurzen Zeitabschnitten von 5 bis 10 Minuten ab.

Der erste dieser Apparate wurde von Lowe construirt, nach dessen System 1874 ein Werk zuerst in Phönixville gebaut wurde. Bis 1880 sollen über 25 Plätze und Städte mit solchem Gas versehen worden sein, z. B. Baltimore, Lancaster u. A.

Die beigefügten Fig. 7 und 8 (D. R.-P. 3515) geben den Lowe'schen Apparat wieder, wie er später, 1878, mit Dwight, freilich in Unwesentlichem, verbessert worden ist.

Der Lowe'sche Apparat ist, um ihn dicht zu erhalten, auch wie der von Kirkham mit eisernem Mantel umkleidet, der mit feuerfesten Steinen gefüttert ist. Er besteht aus zwei Schächten, A und B, dem Generator und dem Ueberhitzer. Der Generator A ist mit einem Planroste versehen, auf welchen man 1 bis $1{,}2^m$ hoch Anthracit in Stücken von der Gröfse eines Hühnereies durch die Einfüllöffnungen a und b giebt, und welchen man im Brennen unterhält, wozu Luft mittelst eines Gebläses unter den Rost geführt wird. Bei der Höhe der Brennmaterialschicht im Schachte A bilden sich in ihm Generatorgase. Diese werden durch die Röhre c oben seitlich aus ihm ab und unter das Rostgewölbe des Schachtes B geleitet, wo durch die Oeffnung d Luft eingeblasen wird, um die Generatorgase zu verbrennen. Die heifsen Feuergase

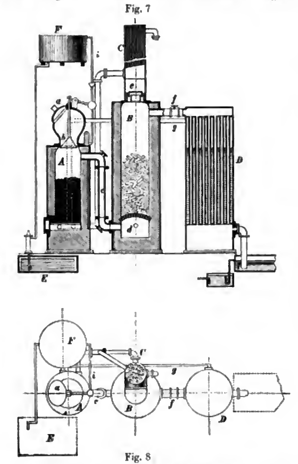
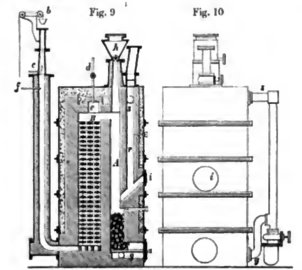

Fig. 7

Fig. 8

durchziehen den mit feuerfesten Steinen gefüllten Ueberhitzer B und entweichen aus ihm, nachdem sie dort einen Theil ihrer Wärme abgegeben haben, in den Winderhitzer C, von dem sie endlich in den Schornstein gelangen. Die Luft, welche in A und B eingeführt wird, ist in C erst erhitzt worden. Sind beide Schächte weifsglühend, so wird der Zutritt der Luft in die beiden Schächte abgesperrt und die Oeffnung e geschlossen, das Ventil des Rohres f dagegen geöffnet. Zugleich lässt man aus dem Kessel D Dampf durch das Rohr g unter den Rost von A strömen, der durch den weifsglühenden Inhalt des Generators A in Wassergas verwandelt wird, welches, nachdem es B durchzogen, durch die Röhre f in die Heizröhren des Dampfkessels D gelangt, um durch seine Wärme Dampf zu erzeugen, den es im oberen Theile des Kessels überhitzt. Das Gas wird schliefslich in gewöhnlicher Weise abgekühlt und gereinigt. Soll dasselbe Leuchtzwecken dienen, so wird durch die Pumpe h aus dem Behälter E Erdöl nach F gedrückt, welches durch die Röhre i in den glühenden Generator A fliefst, so lange Wasserdampf in ihn eintritt. Wird das Gas durch Sinken der Temperatur zu reich an Kohlensäure, so öffnet man den Deckel a und senkt den Trichter b, dass die Gase in beiden Schächten verbrennen können; dann werden a und b wieder geschlossen, die Dampfzuführung abgesperrt, das Ventil e geöffnet, das in der Röhre f geschlossen und Luft unten in A und B eingeblasen, bis der Ofen wieder die nöthige Hitze hat.

Es wurde dem Apparate von Lowe und Dwight noch ein dritter Schacht als Dampfüberhitzer beigefügt, durch welchen die Feuergase gleichzeitig, wie durch den anderen Ueberhitzer, aus dem Generator geführt werden, so dass sie während der Heizperiode in 2 Ströme getheilt durch die beiden Ueberhitzer endlich in den Schornstein gelangen. Beim Gaserzeugen wird der Dampf erst durch den Dampfüberhitzer geleitet, dann in den Generator geführt, und endlich geht das Wassergas durch den dritten Schacht hindurch und gelangt in die Gasleitung. Sollen feste bituminöse Substanzen zum Carburiren verwandt werden, so bringt man diese durch a und b in den Generator.


Fig. 9 Fig. 10

Strong in Brooklyn hat im Jahre 1877 (D. R.-P. 3178) auf einen Apparat ein Patent genommen, der auch aus zwei Schächten A und B besteht (Fig. 9 und 10), die aber in einem Ofenmassiv zusammengefasst sind, das, mit einem die Wärme schlecht leitenden Materiale umgeben, von einer Blechhülle umschlossen ist. Die Kammer B ist mit Chamottesteinen ausgesetzt, die Kammer A unten mit einem Roste versehen. Auf diesem wird das Feuer angezündet, nachdem die Verschlüsse a und b geöffnet sind, durch das Strahlgebläse c werden die Feuergase durch den Apparat gesaugt. Zur Verbrennung der in A erzeugten Generatorgase tritt durch das Rohr d und die durchlöcherte Platte e Luft in den Schacht B ein. Hat der Ofen die nöthige Temperatur, so werden die Oeffnungen a, b und d geschlossen, das Strahlgebläse c abgestellt und durch die Röhre f Dampf eingeleitet, der sich im Schachte B überhitzt und beim Durchgange durch das Brennmaterial in A sich in Wassergas verwandelt, das durch die Röhre g entweicht. Während der Gaserzeugung lässt man aus dem Fülltrichter h mit passender Zubringvorrichtung fein gemahlene Kohle oder dergleichen durch den stark überhitzten Wasserdampf fallen, wobei ihre Zersetzung beginnt, welche sich über dem Roste vollendet; i ist eine Schüröffnung.

In der Patentbeschreibung heifst es ferner: »Wenn es gewünscht wird, das Gas zur Erzeugung von Leuchtgas weiter mit Kohlenstoff zu versehen, leitet man dasselbe durch bituminöse Kohle oder dergleichen, welches Material in die dritte Kammer *r* der zusammengesetzten Retorte geschüttet ist, und von da durch das Rohr *s* weiter zum Gasometer.«

Das Princip, Luft und Dampf in entgegengesetztem Sinne sich bewegen zu lassen, haben Lowe und Dwight in ihrem dreischachtigen Ofen auch angenommen, wie es auch adoptirt ist in dem Apparate von Quaglio und Dwight aus dem Jahre 1880.

Fig. 11

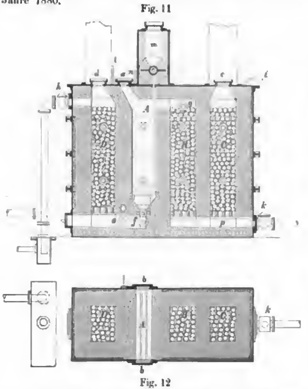


Fig. 12

Dieser letztere Apparat besteht aus 4 Schächten, die in eiserner Armatur zusammengefasst sind (Fig. 11 und 12). Der Generator *A* ist mit einer Füllöffnung *a* versehen, sein Rost ist zugänglich durch die Thüren *b*. Die Kammern *B*, *C* und *D* sind mit feuerfestem Material angefüllt, und die beiden letzteren haben bei *c* und *d* Auslässe für die ausgenutzten Verbrennungsproducte. Soll der Ofen in Betrieb gesetzt werden, so wird das Brennmaterial auf dem Roste des Generators *A* entzündet, der Auslass *c* geöffnet und Luft durch *f* unter den Rost und durch *g* zu den Generatorgasen geblasen. Die Feuergase durchziehen *B* und *C*, heizen diese Kammern und entweichen endlich durch *c* in den Schornstein. Sind *A*, *B* und *C* genügend erhitzt, so wird *c* geschlossen, dagegen der Schieber *h* an der Gasleitung geöffnet und das Gebläse abgestellt. Man lässt nun durch das Rohr i in den Schacht *C* Dampf eintreten, der auf seinem Wege durch *C* und *B* sich überhitzt, durch *A* abwärts geht und durch das Brennmaterial in *A* in Wassergas verwandelt wird. Das erzeugte Wassergas giebt in *D* einen Theil seiner Wärme ab und gelangt durch *h* in die Gasleitung. Ist die Temperatur zu niedrig geworden, so wird *h* geschlossen, *d* geöffnet und durch *g*, dann auch durch *f* Luft eingeblasen, wodurch der Schacht *D* noch weiter geheizt wird. Ist der Ofen wieder heifs genug, so wird *d*, *f* und *g* geschlossen, der Schieber *k* an der Gasleitung geöffnet und durch *l* Wasserdampf in den Schacht *D* eingelassen. Der Dampf überhitzt sich in *D*, verwandelt sich in *A* in Wassergas, das von seiner Wärme in *B* abgiebt und endlich durch *p* unter *C* wegstreicht in die Gasleitung. Ist die Temperatur wieder gefallen, so wird *k* geschlossen, *c* geöffnet, *l* geschlossen und wieder durch *f* und *g* Luft eingeblasen u. s. f.

Soll Kohlenstaub oder überhaupt Kleinmaterial verwendet werden, so wird dieses in den Fülltrichter *m* gegeben und in den Schacht *A* durch eine Zubringvorrichtung während der Gasperiode eingestreut: nur werden in diesem Falle die Kammern *B* und *C* möglichst heifs gehalten. Flüssigkeiten können durch die Röhre *n* in den Generator eingeführt werden und auch durch *o* in den Aschenfall des Generators.

Mit einem solchen Gasofen wurden Versuche in Stockholm gemacht. Ferner berichtet Dr. Bunte (J. f. Gasbel. 1881, S. 521) über Versuche, welche mit einem solchen Ofen des Systems Quaglio und Dwight in Frankfurt angestellt wurden, der von der Frankfurter Gasgesellschaft erbaut worden ist. Bei den Versuchen in Frankfurt wurden Heizperioden von 6 Minuten, Gasperioden von 4 Minuten als zweckmäfsig befunden; sobald mit dem Gasen länger fortgefahren wurde, erhielt man ein Gas, das wegen der Erniedrigung der Temperatur zu reich an Kohlensäure wurde. Freilich konnte man selbst bei der höchsten Temperatur im Ofen nie ein ganz kohlensäurefreies Gas erhalten. In jeder Gasperiode wurden ungefähr 21 cbm Gas erzeugt und täglich 2400 bis 2600 cbm Wassergas erhalten. Die Versuche zu Frankfurt wurden mit Koks aus westfälischer Kohle durchgeführt; Koks wurde gewählt, weil sich bei ihm die Processe am einfachsten gestalten.

Zusammensetzung des Wassergases.

Die theoretische Zusammensetzung des Wassergases ist nach dem früher Entwickelten 50 Vol.-pCt. Kohlenoxyd und 50 Vol.-pCt. Wasserstoff, aber in Wirklichkeit enthält dasselbe stets mehr oder weniger Kohlensäure, da, wie bereits angeführt, die Umsetzung des Wassers nach Formel II nicht ganz zu vermeiden ist, auch fehlen die Luftbestandtheile Stickstoff und Sauerstoff nicht, wie dies bei der Einrichtung der Apparate in der Natur der Sache liegt. Bei Anwendung von unverkohltem Brennstoffe mischen sich dem Wassergase Kohlenwasserstoffe bei, entstanden durch trockene Destillation jener. In der folgenden Tabelle sind die durch Untersuchung von Wassergas gefundenen Bestandtheile desselben in Volumprocenten angegeben und zum Vergleich ist der Tabelle die mittlere Zusammensetzung von Steinkohlengas und von Generatorgas beigefügt, wie solche sich als Mittel einer gröfseren Zahl von Analysen ergab.

III.

	CO_2	CO	H	CH_4	C_2H_4	N	O
Wassergas.							
Dr. Moore, Strong's Apparat	2,05	35,9	52,6	4,1	—	4,1	0,8
Quaglio & Dwight Anthracit, Amerika	2,1	35,4	52,8	4,1	—	4,4	0,8
Engl. Kohle, Stockholm	4,0	40,0	49,0	6,0	—	1,0	
Kohle von Högenäs	2,6	34,8	59,6		—	3,0	
Anthracit aus Wales	3,6	34,1	61,3		—	1,0	
1 Th. Koks mit 3 Th. trockn. Torfes	7,0	35,5	57,0		—	0,5	
1 » » » 3 » nassen »	9,0	33,4	57,1		—	0,5	
1 » » » 3 engl. Kohlenstaubes	6,8	35,0	57,2		—	1,0	
Dr. Bunte, Koks in Frankfurt	7,3	34,5	50,0		—	7,5	0,7
Steinkohlengas	1	6	47	38	5	2,5	0,5
Generatorgas	6	23	1	—	—	70	—

Gasausbeute. Das Wassergas sollte theoretisch aus gleichen Volumen Wasserstoff und Kohlenoxyd bestehen; daraus berechnet sich das Gewicht von 1^{cbm} Wassergas unter Benutzung der in Tabelle II angegebenen Zahlen zu

$$\frac{1}{2} \cdot 0{,}0896 = 0{,}0448$$
$$\frac{1}{2} \cdot 0{,}0896 \cdot 14 = 0{,}6276$$

1^{cbm} Wassergas von 0^0 wiegt also $0{,}6720^{kg}$.

Nach Formel I geben

12^{kg} C 30^{kg} Wassergas, also giebt
1^{kg} C $2{,}5^{kg}$ Wassergas.

$$2{,}5^{kg} \text{ Wassergas sind aber } \frac{2{,}5}{0{,}672} = 3{,}72^{cbm}.$$

Wie oben berechnet worden, müssen, um 1^{kg} Kohlenstoff zu vergasen, $0{,}4^{kg}$ Kohlenstoff verbrannt werden, um die nöthige Zersetzungswärme zu liefern. Man braucht also $1{,}4^{kg}$ Kohlenstoff, um $3{,}72^{cbm}$ Wassergas zu erhalten, oder 1^{kg} Kohlenstoff giebt theoretisch $\frac{3{,}72}{1{,}4} = 2{,}65^{cbm}$ Wassergas.

Die wirklich erzielten Gasausbeuten bleiben ziemlich darunter. Es wurde nämlich in Stockholm aus 1^{kg} Kohle erhalten $1{,}116^{cbm}$ Wassergas, in Frankfurt aus 1^{kg} Koks $1{,}225^{cbm}$ Gas, oder rechnet man mit Dr. Bunte, dass die Koks 20 pCt. Asche und Kokskiein zurückliefsen, so erhält man von 1^{kg} Kohlenstoff $\frac{1{,}225 \cdot 100}{80} = 1{,}531^{cbm}$ Gas, d. i. 58 pCt. von der theoretisch berechneten Gasmenge.

Diese geringe Ausbente ist hauptsächlich auf die bedeutenden Wärmeverluste zurückzuführen, welche man bei dem Processe erleidet, durch welche der Aufwand an Heizkohle viel gröfser wird, als er der Theorie nach sein sollte.

Wärmeverluste bei Erzeugung des Wassergases.

Legen wir dieser Berechnung die Frankfurter Versuche zu Grunde, so hätte 1^{kg} Koks mit 20 pCt. Asche und unverbranntem Kokskiein beim directen Verbrennen gegeben:

$$0{,}8 \cdot 8080 = 6464 \text{ Cal.}$$

1^{kg} Koks giebt $1{,}225^{cbm}$ Wassergas, das bei der angegebenen Zusammensetzung unter Benutzung obiger Hülfszahlen pro Cubikmeter an Verbrennungswärme giebt:

$$0{,}345 \cdot 3014 + 0{,}50 \cdot 3063 = 2571 \text{ Cal.},$$

also $1{,}225^{cbm}$ Wassergas:

$$1{,}225 \cdot 2571 = 3149 \text{ Cal.}$$

Während also beim directen Verbrennen von 1^{kg} Koks 6464 Cal. erhalten worden wären, erhält man beim Verbrennen des mit ihm dargestellten Wassergases nur 3149 Cal., das sind 48,7 pCt.

Der gröfste Wärmeverlust wurde bei den Versuchen in Frankfurt dadurch herbeigeführt, dass während der Heizperiode die Feuergase mit einer Temperatur von 660° C. in den Schornstein entwichen; Dr. Bunte schätzt diesen Verlust zu 23 pCt.; das fertige Wassergas verliefs den Ofen mit einer Temperatur von 500° C.; der hierdurch verursachte Verlust an Wärme ist zu 3 pCt. geschätzt; die Ausstrahlung des Ofens an Wärme bei einer Oberfläche von 40^{qm}, die nach einiger Zeit eine Temperatur von 140° C. angenommen hatte, lässt nach Dr. Bunte einen Wärmeverlust von 11 pCt. annehmen; der Rest von ungefähr 14 pCt. mag durch verschiedene Betriebsverluste verursacht worden sein. Bei diesen Berechnungen blieb der Wärmeaufwand zur Erzeugung von Dampf für den Ofen und zum Treiben der Gebläsemaschine unberücksichtigt.

Vergleichung der Heizkraft des Wassergases und der des Steinkohlenleuchtgases und Generatorgases.

Diese geschieht am einfachsten, wenn man die Verbrennungswärme berechnet, die sich mit 1^{cbm} des einzelnen Gases erzeugen lässt, oder präciser, wenn man berechnet, wieviel Kilogramm Wasser um 1° C. sich erwärmen lassen durch die beim Verbrennen von einem Cubikmeter Gas erzeugte Wärme. Wählen wir als Beispiel der Berechnung das Steinkohlenleuchtgas von der in Tabelle III angegebenen Zusammensetzung. 1^{cbm} desselben enthält danach an brennbaren Gasen

CO	$0{,}06^{cbm}$
H	$0{,}47$ »
CH_4	$0{,}38$ »
C_2H_4 . . .	$0{,}05$ »

Mit Hülfe der in Tabelle II angegebenen Hülfszahlen berechnet sich hiernach die Verbrennungswärme von 1^{cbm} Leuchtgas zu

$$0{,}06 \cdot 3014 + 0{,}47 \cdot 3063 + 0{,}38 \cdot 9566 + 0{,}05 \cdot 15099$$
$$= 6010 \text{ Calorien.}$$

In derselben Weise sind die Verbrennungswärmen berechnet, welche unter der Columne »Verbrennungsgase 0°« in die untenstehende Tabelle V aufgenommen sind.

Es ist nicht aufser Acht zu lassen, dass bei diesen Berechnungen angenommen ist, die Verbrennungsproducte hätten ihre Wärme soweit abgegeben, dass sie auf 0° abgekühlt, dass namentlich das durch die Verbrennung entstehende Wasser zu flüssigem Wasser condensirt worden sei. Es wird dies freilich den thatsächlichen Verhältnissen wenig entsprechen, wenn wir wahrnehmen, dass die Verbrennungsproducte unserer Feuerungen mindestens mit einer Temperatur von 200° C. entweichen. Dieser Umstand wird das relative Verhältnis der Verbrennungswärmen der verschiedenen Gase ändern, wenn wir berechnen, wieviel Calorien noch nutzbar bleiben unter der Voraussetzung, dass die Verbrennungsgase mit 200° C. abgeführt werden; es wird hierbei die Verbrennungswärme der wasserstoffhaltenden Gase herabgedrückt werden durch die latente Wärme des Wasserdampfes und die relativ grofse specifische Wärme desselben.

Auch für diese Berechnung ist es am einfachsten, bei den Gasen, deren Zusammensetzung doch meist in Volumprocenten angegeben wird, mit den Volumverhältnissen zu rechnen und dazu die specifischen Wärmen, die ja für die Gewichtseinheit der Gase gelten, so umzurechnen, dass sich ergiebt, wieviel Calorien nöthig sind, um 1^{cbm} des Gases um 1° C. zu erwärmen, die Calorien bezogen auf Kilogramm Wasser. Um die specifische und latente Wärme des Wassers in die Rechnung einzuführen, ist am einfachsten, das Wasser sich als permanentes Gas zu denken, das, um von 0° auf 100° C. gebracht zu werden, für die Gewichtseinheit 637 Calorien braucht und dann von 100° an die specifische Wärme 0,475 hat.

Daraus ergiebt sich folgende Tabelle:

IV.

	Latente und spec. Wärme	1^{cbm} Gas von 0° u. 760^{mm} wiegt Kilogramm	Latente und spec. Wärme von 1^{cbm} Gas
Wasser	637 0,475	0,8064	514 0,383
Kohlensäure . .	0,2164	1,9712	0,4266
Stickstoff . . .	0,244	1,2544	0,3061

Die Zahlen der letzten Spalte sind das Product aus den Zahlen der ersten und zweiten.

Die in den Gasen von oben angegebener Zusammensetzung vorkommenden brennbaren Bestandtheile sind CO, H, CH_4 und C_2H_4, deren Verbrennungsgleichungen bei Anwendung von Molecularformeln sind:

$$1.\quad \underset{2\,\text{Vol.}}{2\,CO} + \underset{1\,\text{Vol.}}{O_2} = \underset{2\,\text{Vol.}}{2\,CO_2}$$

$$2.\quad \underset{2\,\text{Vol.}}{2\,H_2} + \underset{1\,\text{Vol.}}{O_2} = \underset{2\,\text{Vol.}}{2\,H_2O}$$

$$3.\quad \underset{1\,\text{Vol.}}{CH_4} + \underset{2\,\text{Vol.}}{2\,O_2} = \underset{1\,\text{Vol.}}{CO_2} + \underset{2\,\text{Vol.}}{2\,H_2O}$$

$$4.\quad \underset{1\,\text{Vol.}}{C_2H_4} + \underset{3\,\text{Vol.}}{3\,O_2} = \underset{2\,\text{Vol.}}{2\,CO_2} + \underset{2\,\text{Vol.}}{2\,H_2O}$$

Bei diesen Volumangaben ist das Wasser stets gasförmig gedacht, während thatsächlich dies nur bei Temperaturen über dem Siedepunkte des Wassers der Fall ist.

Nimmt man an, dass die Verbrennungsproducte mit 200° C. entweichen, so werden beim Verbrennen in der atmosphärischen Luft nicht nur die eigentlichen Verbrennungsproducte auf 200° C. zu erhitzen sein, sondern auch der Stickstoff, welcher den zur Verbrennung nöthigen Sauerstoff in der Luft begleitet, wobei wohl, ohne erheblichen Fehler zu begehen, angenommen werden kann, dass 1 Vol. Sauerstoff in der Luft von 4 Vol. Stickstoff begleitet ist, während bekanntlich das Verhältnis das von 20,9 pCt. Sauerstoff und 79,1 pCt. Stickstoff ist. Unter solchen Umständen wird also nur der Rest von der Verbrennungswärme zu anderweitiger Verwendung kommen können, der bleibt, wenn man von der in der 1. Spalte der Tabelle II und V angegebenen Verbrennungswärme die Wärmemenge in Abzug bringt, die nöthig ist, um die Verbrennungsproducte und den Stickstoff der Luft auf 200° C. zu erhitzen. Da 1^{cbm} Kohlenoxyd 1^{cbm} Kohlensäure beim Verbrennen giebt und dazu $^1/_2{}^{cbm}$ Sauerstoff nöthig hat, der von $4 \cdot {}^1/_2{}^{cbm}$ Stickstoff begleitet ist (Gleichung 1), so beträgt dieser Rest für 1^{cbm} Kohlenoxyd

$$3014 - 200 \cdot 0{,}4266 - 200 \cdot 0{,}3061 \cdot 4 \cdot {}^1/_2$$
$$= \mathbf{2806\ Cal.}$$

Für 1^{cbm} Wasserstoff ergiebt sich aus Tabelle II und Gleichung 2

$$3063 - 514 - 100 \cdot 0{,}383 - 200 \cdot 4 \cdot {}^1/_2 \cdot 0{,}3061$$
$$= \mathbf{2388\ Cal.}$$

Für 1^{cbm} Sumpfgas (Tabelle II und Gleichung 3)

$$9566 - 200 \cdot 0{,}4266 - 2 \cdot 514 - 2 \cdot 100 \cdot 0{,}383 - 200 \cdot 0{,}3061 \cdot 4 \cdot 2$$
$$= \mathbf{7886\ Cal.}$$

Für 1^{cbm} ölbildendes Gas (Tabelle II, Gleichung 4)

$$15099 - 2 \cdot 200 \cdot 0{,}4266 - 2 \cdot 514 - 2 \cdot 100 \cdot 0{,}383 - 4 \cdot 3 \cdot 200 \cdot 0{,}3061$$
$$= \mathbf{13089\ Cal.}$$

Mit Hülfe dieser Zahlen berechnet sich der disponible Rest an Wärme bei der Voraussetzung, dass die Feuergase mit 200° C. entweichen, sehr einfach. Als Beispiel diene das Leuchtgas von wiederholt angegebener Zusammensetzung, nach welcher 1^{cbm} desselben enthält $0{,}06^{cbm}$ CO, $0{,}47^{cbm}$ H, $0{,}38^{cbm}$ CH_4, $0{,}05^{cbm}$ C_2H_4, $0{,}01^{cbm}$ CO_2, $0{,}025^{cbm}$ N. Es beträgt für 1^{cbm} Leuchtgas die disponible Verbrennungswärme

$$0{,}06 \cdot 2806 + 0{,}47 \cdot 2388 + 0{,}38 \cdot 7886 + 0{,}05 \cdot 13089$$
$$- 0{,}01 \cdot 200 \cdot 0{,}4266 - 0{,}025 \cdot 200 \cdot 0{,}3061 = \mathbf{4942\ Cal.}$$

Die auch für die anderen Gase so erhaltenen Rechnungsresultate sind in der 2. Spalte der folgenden Tabelle zusammengestellt:

V.

	Disponible Wärmemenge Verbrennungsgase 0° C.	 200° C.	Theoretische Verbrennungstemperatur
Wassergas.	Calorien		° C.
Strong's Apparat	3090	2590	2620
Anthracit, Amerika	3080	2570	2610
Engl. Kohle, Stockholm	3280	2760	2620
Kohle von Hägenäs	2870	2400	2660
Anthracit aus Wales	2910	2420	2660
1 Th. Koks, 3 Th. trock. Torfes	2820	2350	2630
1 Th. Koks, 3 Th. nassen Torfes	2760	2290	2600
1 Th. Koks, 3 Th. engl. Kohlenstaubes	2810	2340	2630
Koks, Frankfurt	2570	2150	2560
Steinkohlengas	6010	4940	2460
Generatorgas	724	621	1470

In der 3. Spalte dieser Tabelle sind die berechneten theoretischen Verbrennungstemperaturen eingetragen, wobei vorausgesetzt ist, dass die Gase genau mit der zur Verbrennung nothwendigen Luft verbrannt worden sind, und dass die bei der Verbrennung entwickelte Wärme nur dazu benutzt wird, die Verbrennungsproducte und den den verbrauchten Sauerstoff begleitenden Stickstoff auf jene Temperatur zu erhitzen. Als Beispiel einer solchen Berechnung sei das Gas gewählt, von der Zusammensetzung, wie sie in Tabelle III für Wassergas aus Strong's Apparat angegeben ist, wonach 1^{cbm} dieses Gases enthält

$0{,}0205^{cbm}$ CO_2, $0{,}359^{cbm}$ CO, $0{,}528^{cbm}$ H, $0{,}041^{cbm}$ CH_4, $0{,}044^{cbm}$ N.

Aus Tabelle IV, obigen Gleichungen 1 bis 3 und der Tabelle V ergiebt sich:

$$3090 = 0{,}4266\,(0{,}0205 + 0{,}359 + 0{,}041)\,t + 514\,(0{,}528 + 2 \cdot 0{,}041)$$
$$+ 0{,}383\,(0{,}528 + 2 \cdot 0{,}041)\,(t - 100)$$
$$+ 0{,}3061\,(0{,}044 + 4\,[{}^1/_2 \cdot 0{,}359 + {}^1/_2 \cdot 0{,}528 + 2 \cdot 0{,}041])\,t,$$

woraus

$$t = 2620^{\circ}\ C.$$

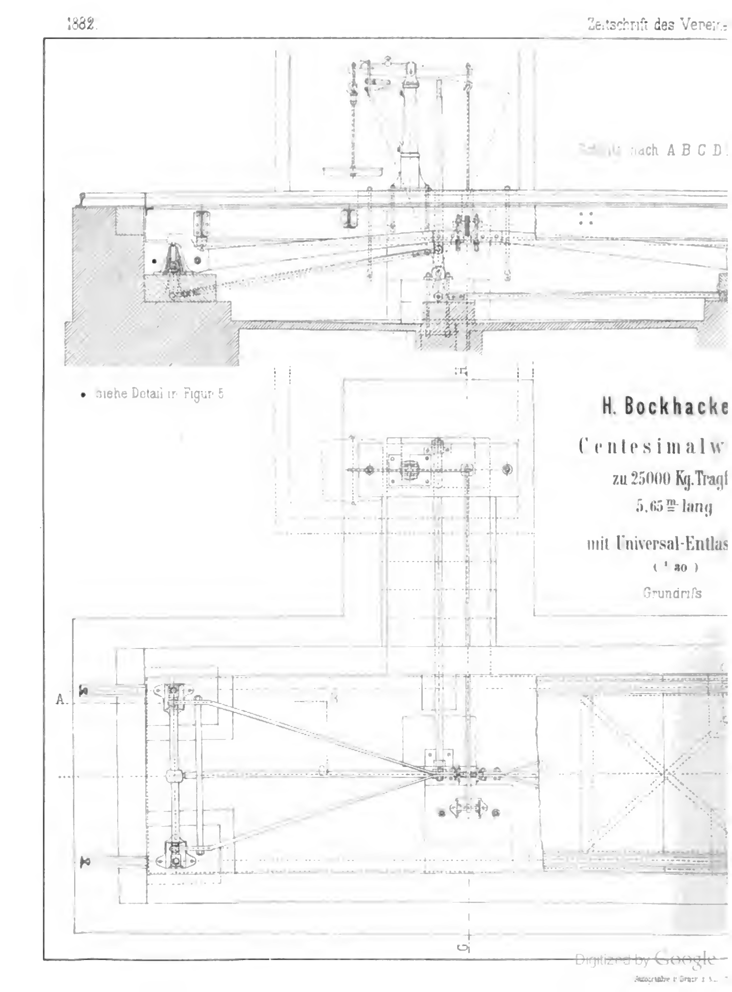
Aus der Tabelle V ergiebt sich, dass das Wassergas ungefähr die 4fache Heizkraft des Generatorgases hat, dass dagegen das gewöhnliche Leuchtgas mehr als die doppelte Heizkraft des Wassergases besitzt. Die mit den verschiedenen Gasen zu erzielenden Temperaturen weichen viel weniger von einander ab.

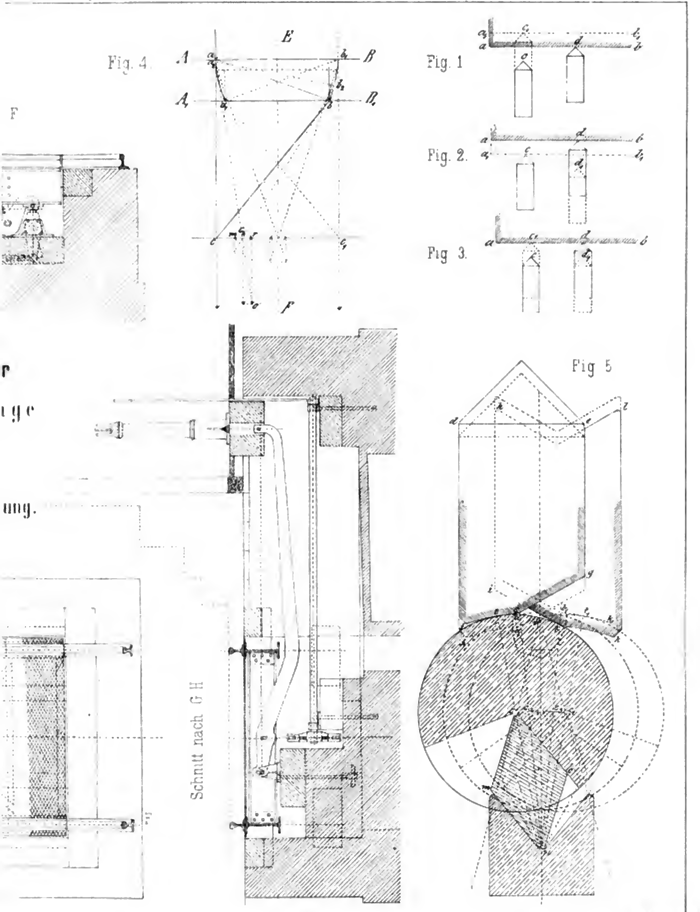
Inwieweit hat nun die Herstellung von Wassergas ihre Berechtigung?

Durch den Wassergasprocess wird theoretisch nichts gewonnen, nichts verloren. Dieselbe Menge von Luft ist nothwendig zum Verbrennen des Kohlenstoffes, wie zum Verbrennen des aus ihm erzeugten Wassergases

$$C + O_2 = CO_2$$
$$\begin{cases} C + H_2O = H_2 + CO \\ H_2 + CO + O_2 = H_2O + CO_2. \end{cases}$$

Es dient der Process nur dazu, an und für sich festes Brennmaterial in Gasform überzuführen, weil das Gas im allgemeinen mit gröfserem Nutzeffecte verbrannt werden kann, als der feste Brennstoff. Im ganzen wird man an Wärme verlieren dadurch, das ja das Wasser, dass bei dem Wassergasprocesse dient, mit auf jene Temperatur erhitzt werden muss, mit welcher die Feuergase in den Schornstein entweichen, wobei die verhältnismäfsig grofse specifische und latente


Schnitt nach A B C D
• siehe Detail in Figur 5
H. Bockhacke
Centesimalw
zu 25000 Kg. Tragf
5,65 m lang
mit Universal-Entlas
(1/30)
Grundriſs
A.


Fig. 4.
Fig. 1
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 5
Schnitt nach G H

Wärme des Wassers in Betracht kommt. Es wird hieraus folgen, dass bei grofsen Feuerungen ein besonderer Generator, der dicht am Heizraume aufgestellt wird, besser sein wird, als ein Wassergasofen, dass selbst das gleichzeitige Zuleiten von Dampf in den Generator nachtheilig wirken muss, denn von der im Generator erzeugten Wärme wird in diesem Falle nichts an Wärme verloren gehen, wenn die Generatorgase bei ihrem unmittelbaren Eintritt in den Heizraum keine Gelegenheit haben, von ihrer Wärme zu verlieren. Anders wird der Fall liegen, wenn die im Generator erzeugten Gase erst sich abkühlen können, ehe sie den Heizraum erreichen; in diesem Falle wäre es von Nutzen, die im Generator entwickelte Wärme zum Theile dazu zu benutzen, Wassergas zu erzeugen, welches dann von der im Generator aufgenommenen Wärme den gröfseren Theil im Heizraume wieder zur Entwickelung bringen würde, d. h. es wäre in diesem Falle zweckmäfsig, den Generator mit einem Gemische von Luft und Wasserdampf zu speisen, also eine Mischung von Generator- und Wassergas herzustellen.

Für die Herstellung von courantem Heizgase bietet aber das Wassergas vor dem Generatorgase entschiedene Vortheile, wenn man in Erwägung zieht, welche bedeutenden Kosten die Rohrleitung verursacht. Es wird sich darum handeln, die Röhrenfahrt möglichst leistungsfähig zu machen, und dies wird um so mehr der Fall sein, je gröfser die Heizkraft des Gases ist, das durch dieselbe gefördert werden soll. Nach obigem berechnet sich die Heizkraft des Wassergases ungefähr zum Vierfachen der des Generatorgases; letzteres wird also wohl aufser Betracht bleiben müssen als courantes Heizgas, man wird nicht die 70 pCt. unthätigen Stickstoff im Generatorgas durch theure Röhrenleitungen befördern wollen. Aber was zu Gunsten des Wassergases dem Generatorgase gegenüber gesprochen hat, spricht auch zu Gunsten des gewöhnlichen Leuchtgases dem Wassergase gegenüber, da ersteres nach Tab. V ungefähr die doppelte Heizkraft von der des letzteren hat; es müssten die Productionskosten des Wassergases also erheblich unter der Hälfte von denen des Leuchtgases bleiben, wenn es die Concurrenz des letzteren als Heizmaterial soll aushalten können. Diese Möglichkeit wird aber vorliegen, da das schlechteste Brennmaterial für Herstellung von Wassergas verwendbar ist, und da das gesammte Material vergast wird und zwar in einer Weise, welche viel weniger Arbeit mit billigerem und sehr leistungsfähigem Apparate ermöglicht, als die Leuchtgaserzeugung. Vielleicht könnte schon jetzt mit Vortheil in den Gasfabriken über die Zeit des stärksten Consums im Winter ein Wassergasofen neben den Retortenöfen betrieben werden, um in ihm carburirtes Wassergas herzustellen, welches mit Leichtigkeit so stark leuchtend gemacht werden kann, wie das beste Kohlengas, und das dann mit dem letzteren zu mischen wäre.

Einen Anhalt für die Leistungsfähigkeit eines Wassergasofens erhalten wir, wenn wir daran denken, dass die Leistungsfähigkeit einer Retorte in 24 Stunden zu 150^{cbm} Leuchtgas anzunehmen ist; wenn nun in Frankfurt mit dem Wassergasofen täglich 2500^{cbm} Gas erzeugt wurden, so würde diese Production der von 17 Retorten entsprechen; nach Quaglio sollen solche Oefen bis zu 60 Retorten ersetzen können und um so billiger arbeiten, je gröfser ihre Production ist.

Ist das Wassergas billig genug herzustellen, woran wohl kaum zu zweifeln ist, und ist die Gasbeleuchtung in Zukunft vielleicht durch die elektrische Beleuchtung überholt, so wird das Leuchtgas doch nicht ganz entbehrt werden wollen; es wäre dann eben das Heizgas durch einen Carburirungsapparat [illegible]

[illegible]

Das Wassergas [illegible]
oxyd [illegible]
ist. Das [illegible]
schaft, so stark [illegible]
noch durch den [illegible]
dagegen riecht kaum. [illegible]
letzteren macht, [illegible]
zu beseitigen, wird der [illegible]
keit bereiten.

Aus dem entwickelten [illegible] Wassergasprocess unter [illegible] daher auch seine Zukunft hat, [illegible] wird das Wassergas mit Recht als [illegible] Zukunft« bezeichnet werden können.

Ueber eine neue Entlastungsmethode [illegible] Centesimalwagen.

Von H. Bockhacker, Ingenieur und [illegible] Berlin.

(Hierzu Tafel XXII.)

Bei Wagen jeder Gattung, Gröfse und Tragfähigkeit [illegible] bekanntlich diejenigen Vorrichtungen von hervorragender Bedeutung für die Erzielung dauernd genauer Wageresultate, welche bezwecken, die scharfen, empfindlichen Prismen derselben gegen die unvermeidlichen Erschütterungen beim Auf und Abbringen der abzuwägenden Lasten in Schutz zu nehmen.

Der lose Zusammenhang, in dem sich alle Theile einer Wage behufs freien, möglichst reibungslosen Spielens derselben befinden müssen, befördert wesentlich ein rasches Schadhaftwerden genannter Prismen, da die damit verbundene Verrückbarkeit einzelner Theile unter sich sehr leicht Stöfse oder Schläge beim Auf- und Abbringen der Lasten im Gefolge hat.

Bei Wagen geringerer Tragfähigkeit bietet die Construction von entsprechenden Schutzvorrichtungen keine Schwierigkeiten, da man hierbei eben nur mit kleineren Druckkräften zu operiren hat. Derartige Vorrichtungen sind in diesem Falle auch nur von untergeordneter Bedeutung, da nur ein geringer Grad von Aufmerksamkeit erforderlich ist, um kleine Lasten, die allenfalls noch von Hand auf die Schale, bezw. Brücke der Wage aufgebracht werden können, ohne Beschädigung der Prismen abzuwägen.

Auch bei steigender Tragfähigkeit sind derartige Schutzvorrichtungen noch so lange leicht und rasch functionirend herzustellen, als ein gewisses Verhältniss zwischen der Maximaltragfähigkeit der Wage und dem von Hand auszuübenden Gegendrucke nicht überschritten wird.

Ueber ein gewisses Mafs der Tragfähigkeit hinaus aber ist die Construction solcher Vorrichtungen schwieriger, wenn daran die erwähnte Bedingung geknüpft wird, dass ein rasches und leichtes Wirken derselben gewahrt bleiben soll.

Dieser Fall liegt meistentheils vor bei den Centesimalwagen gröfserer Tragfähigkeit im Eisenbahnverkehr, welche in folgendem ausschliefslich betrachtet werden sollen.

Es sind hierauf bezüglich eine ganze Reihe verschiedener Constructionen solcher Schutzvorrichtungen erdacht worden, welche je nach der individuellen Anschauung des Beschaffenden oder Fabrikanten der Wage von den Vorzügen der einen oder anderen zur Anwendung gelangen. Hieraus ist zu schliefsen, dass die für die dauernde Genauigkeit und Empfindlichkeit der Wage sehr hervorragende Bedeutung derartiger Vorrichtungen mit Recht allseitig erkannt wird; eine Bedeutung, welche auch in den neueren Bestimmungen der Kaiserl. Normal-Aichungs-Commission ihren Ausdruck findet, nach welchen diejenigen der in Rede stehenden Centesimalwagen, welche mit einer Schutzvorrichtung der Prismen nicht versehen sind, überhaupt von der Aichung ausgeschlossen werden. Weiterhin zeigt die Mannigfaltigkeit der noch zur Ausführung gelangenden Constructionen aber auch, dass die Frage eine endgültige Lösung bisher nicht gefunden hat.

Gegenüber denjenigen einschlägigen Constructionen nun, welche nur bezwecken, den im gewöhnlichen Zustande der Wage vorhandenen, losen Zusammenhang ihrer einzelnen Theile aufzuheben (Arretirungen, Feststellungen), sind nur diejenigen Vorrichtungen voll ihren Zweck erfüllend, welche während des Auf- und Abbringens der Lasten den Contact zwischen der Brücke und dem Hebelsystem vollständig aufheben, welche mit anderen Worten die Hebel und deren Prismen entlasten. Es ist einleuchtend, dass, so lange die Berührung zwischen Brücke und Hebelprismen bestehen bleibt, auch eine Uebertragung der Erschütterungen von ersterer auf letztere stattfinden muss und nur bei gänzlicher Aufhebung der Berührung die Unmöglichkeit dieser Uebertragung als gesichert angesehen werden kann.

Bedenkt man, dass scharfe, gehärtete Stahlschneiden zwar ruhigen Druck auf sehr lange Gebrauchszeit hinaus ohne Schadhaft- oder Stumpfwerden ertragen können, wie wenig widerstandsfähig dieselben aber gegen Stöfse und Erschütterungen sind, so muss es im Interesse des öffentlichen Verkehrs als wünschenswerth erscheinen, dass seitens der Aichungsbehörden überhaupt nur solche gröfsere Centesimalwagen zur Stempelung zugelassen werden möchten, bei denen eine totale Entlastung ihrer Prismen möglich ist.

Um nach einer vollbrachten Wägeausführung das Hebelsystem von dem Drucke der belasteten Brücke zu befreien, wird letztere bekanntlich auf vier besondere Unterlagen an den Ecken derselben abgestützt. Diese Unterlagen werden, um gleichzeitig dem durch die Lastfahrzeuge auf die Brücke übertragenen Horizontalschube zu begegnen, gewöhnlich in der Form kegelförmiger Spitzen ausgeführt. Die Entlastung wird nach den bisherigen Verfahrungsarten dann in der Weise bewirkt, dass man entweder die zu diesem Zwecke vertical verschiebbar angeordneten Kegelspitzen anhebt, bis zwischen der Brücke und den Hebelprismen ein geringer, freier Spielraum entstanden ist oder, bei festgelagerten Eckkegeln, die Hebel soweit herabsenkt, bis derselbe Zweck erreicht ist. Auch findet man beide Handhabungen verbunden in der sogenannten Keilentlastung.

Bei allen bis jetzt bekannten Vorrichtungen nun, welche eine wirkliche Entlastung der Prismen ermöglichen, ist es erforderlich, die Brücke mit der vollen darauf ruhenden Last auf einem gewissen Wege zu heben oder zu senken. Hieraus resultirt die Nothwendigkeit, bei der Entlastung ein Arbeitsmoment als Gegenleistung aufzuwenden, welches dem Moment der belasteten Brücke auf dem von derselben zurückgelegten Wege entspricht. Dieses stellt sich bei gröfseren Wagen als ein so bedeutendes heraus, dass die Entlastungsoperation dadurch eine sehr beschwerliche und zeitraubende wird. Soll hierbei der Druck, den die Hand bei der Bewegung der betreffenden Vorrichtung auszuüben hat, ein praktisch brauchbares Mafs nicht überschreiten, so ist dazu unbedingt eine Winde mit einer gröfseren Zahl von Umgängen erforderlich oder, wie bei der Keilentlastung, die Nothwendigkeit vorhanden, eine gröfsere Anzahl schwerer Gewichtsstücke von der Schale abzuheben.

Da es nun in den meisten Fällen der Praxis wünschenswerth ist, die Wage auf eine möglichst rasche Weise in Ruhe stellen zu können, so ist das Bestreben der Fachtechniker schon seit langer Zeit darauf gerichtet gewesen, an Stelle dieser zeitraubenden und beschwerlichen Handleistungen ein rascheres und bequemeres Verfahren zu setzen und dafür einen Handhebel einzuführen, dessen einfaches Umlegen zur vollständigen Entlastung der Wage genügen sollte. Derartige Constructionen sind auch in der That zur Ausführung gelangt, ja sogar bis zur Tragfähigkeit von 35000^{kg}, in diesen Fällen allerdings unter Zuhülfenahme zweier Handhebel. Bei Zugrundelegung des oben erwähnten Entlastungsprincips des Anhebens der Brücke oder Herabsenkens des Hebelsystems zeigt nun aber ein einfacher Vergleich des Arbeitsmoments der belasteten Brücke, welches zur Erreichung einer genügenden Entlastungshöhe hierbei zu bewältigen ist, und desjenigen Moments, welches durch eine oder zwei Hebelbewegungen, ohne übermäfsige Anstrengung, zur Bewältigung desselben von Hand entgegengesetzt werden kann, dass derartige Versuche als durchaus verwerfliche bezeichnet werden müssen. Trotzdem nämlich hierbei gewöhnlich noch die nutzbare Entlastungshöhe über Gebühr verringert, der Hebelausschlag in übermäfsiger Weise vergröfsert wird und Gegengewichte von gewaltiger Schwere in das System eingeführt werden, ergiebt sich doch bei Wagen von nur 25000^{kg} Tragfähigkeit noch ein so bedeutender Druck auf die Hand, dass die Bewegung der betreffenden Hebel eine in hohem Grade unbequeme ist. Beispiele ausgeführter Wagenconstructionen könnten zur Bestätigung des gesagten in gröfserer Anzahl angeführt werden.

Eine Erleichterung der Entlastungshandleistung ist mithin auf diesem Wege nicht erreicht worden, und würden gegenüber den Hebelentlastungen genannter Art einfache Windevorrichtungen weitaus den Vorzug verdienen. Alle diese Constructionen sind inbezug auf rationelle Wirkungsweise aber schon von der Keilentlastung überholt, auch seit Einführung derselben ziemlich veraltet.

In folgendem soll nun gezeigt werden, wie es dennoch möglich ist, Centesimalwagen beliebig hoher Tragfähigkeit durch eine einfache Hebelbewegung, unter einer nur sehr geringen Druckäufserung, vollständig zu entlasten.

Wie bereits oben bemerkt, ist die Entlastungsthätigkeit einfach als eine Umstützung der Brücke aufzufassen. Im Wägezustande ruht diese bekanntlich an vier Punkten auf den Prismen der Haupttragehebel (Triangelhebel), welche letztere ihrerseits wiederum in vier festen Pfannenlagern im Fundament aufliegen. In der Nähe der letzteren sind die vier Kegellager angeordnet, auf welche die Brücke umgestützt werden soll, um die Hebelprismen zu entlasten. Während des Wägens muss, wie bekannt, zum freien, möglichst reibungslosen Spielen der Wage zwischen den Kegelstützen und der Brücke ein geringer Spielraum vorhanden sein. Dasselbe muss im entlasteten Zustande zwischen den Triangelprismen und der Brücke der Fall sein.

Wie man nun leicht sieht, besteht der weitaus gröfste Theil des Kraftaufwandes, welcher zur Handhabung der bisher bekannten Entlastungsvorrichtungen (mit Ausnahme der Keilentlastung) erforderlich ist, in der Ueberwindung des Widerstandes, den die Brücke beim Durchlaufen der erwähnten »freien Spielräume« entgegensetzt.

Ein allgemeines Beispiel wird dieses etwas klarer veranschaulichen.

Es sei in Fig. 1, Tafel XXII, *a b* die Unterkante der Brücke einer Wage, *c* eine der vier Kegelstützen, *d* eines der vier Hebellager, auf denen die Brücke also abwechselnd, auf den ersteren direct, auf den letzteren indirect, ruhen soll. In der gezeichneten Lage würde sich die Wage also im Wägezustande befinden, da die Brücke von den Hebellagern getragen wird und über den Kegelstützen *c* der erforderliche freie Spielraum vorhanden ist.

Nach der ersten der älteren Entlastungsmethoden werden nun die Stützen *c* bis in die punktirte Lage c_1 angehoben, so dass die Brücke aus der Lage *a b* in die Lage a_1 b_1 gelangt und damit über den festen Hebellagern *d* der erforderliche Spielraum entsteht.

Nach der in Fig. 2 dargestellten zweiten Methode werden die Hebellager *d* bis in die punktirte Lage d_1 herabgesenkt, wodurch sich die Brücke auf die festen Kegelstützen *c* auflegt und nunmehr über den Hebellagern d_1 der erforderliche Spielraum entsteht.

Es mag hier eingeschaltet werden, dass es für diese Betrachtung gleichgültig ist, ob die Triangellager oder die Transmissionshebellager gesenkt werden.

Im ersten Falle muss also die belastete Brücke auf dem Wege von *a* bis a_1 gehoben, im zweiten Falle gesenkt werden. Auf dem übrigen Theile des Entlastungsweges von *c* bis zur Kante *a b* bezw. von der Kante a_1 b_1 bis d_1 sind nur leere Constructionstheile zu bewegen, wenn man von dem der Durchbiegung von Brücke und Hebeln entsprechenden Drucke absieht, welcher sich in dem Augenblick äufsert, wo die Last von einer Stütze auf die andere übergeht.

Die neue, hier zu erläuternde Entlastungsmethode beruht nun darauf, beide Stützen in der Weise zwangläufig beweglich zu machen, dass zunächst, wie in Fig. 3 dargestellt, die Kegelstütze *c* bis c_1, also bis zur Berührung der Unterkante *a b* der Brücke gehoben und demnächst das Hebellager

d bis d_1 gesenkt wird. Hiermit ist offenbar die Nothwendigkeit, das bedeutende Arbeitsmoment der belasteten Brücke beim Durchlaufen der freien Spielräume bewältigen zu müssen, vollständig umgangen. Die Umstützung aus einer Grenzlage in die andere erfolgt hierbei in stetiger Aufeinanderfolge durch eine einzige Handhebelbewegung. Hierin unterscheidet sich dieselbe wesentlich von der Keilentlastung, bei welcher zwar ebenfalls ein Anheben der Eckstützen und Senken der Hebel stattfindet, aber mittelst vier verschiedener, getrennt vorzunehmender Handleistungen. Aufserdem liegt ein sehr wesentlicher Unterschied noch darin, dass man bei der Keilentlastung genöthigt ist, nach Vornahme der beiden ersten Arbeiten (Niederdrücken des oberen Wägebalkens und Anheben der Eckkegel) sämmtliche auf der Schale befindlichen Gewichte abzuheben, um die vierte Handleistung (Senken der Hebel) überhaupt möglich zu machen, während dies bei der neuen Methode nicht mehr erforderlich ist.

Die Kraftäufserung, welche aufgewandt werden muss, um die Gewichte von der Schale zu entfernen, entspricht dem Arbeitsmoment der Brücke beim Uebergange ihres Druckes von den Hebellagern auf die Eckstützen. Dadurch, dass die Gewichtsschale leichter gemacht wird, erhält auf der anderen Seite die Brücke ein entsprechendes Uebergewicht, welches sich nach und nach auf die Eckstützen überträgt, bis diese den ganzen Druck aufgenommen haben und somit der Stützwechsel vollführt ist. Während also bei der Keilentlastung thatsächlich bereits das Arbeitsmoment der Brücke auf dem Wege $a\,a_1$, Fig. 1 und 2, erspart wird, bleibt bei derselben doch noch die Nothwendigkeit bestehen, die letztere soweit heben bezw. senken zu müssen, bis ihr Druck von einem Stützensystem auf das andere übergegangen ist. Es entspricht dem die immerhin noch ziemlich unbequeme Arbeitsleistung, beispielsweise bei einer Wage zu 800 Centner Tragfähigkeit, eine Last von 8 Stück Centnergewichten von der Schale abzuheben, welche dann jedesmal bei der folgenden Wägung wieder aufgesetzt werden müssen.

Bei der neuen Methode findet nun der Druckwechsel auf eine solche Art statt, dass ein Heben oder Senken der Brücke nicht mehr erforderlich und nur noch die dem Druck entsprechende Reibung zu überwinden ist. Dieses wird durch Verschieben des Stützpunktes und zwar auf folgende Weise erreicht.[1]

Es sei in Fig. 4, Tafel XXII, $c\,a\,b$ ein starr verbundenes System dreier materieller Punkte, welches in einer verticalen Ebene derart verschiebbar ist, dass dem Punkte c die horizontale Bewegung von c bis c_1 gestattet ist, während die Punkte a und b symmetrisch zur verticalen Mittellinie EF liegende Cycloiden $a\,a_1$ und $b\,b_1$ beschreiben. Die durch a gehende Horizontale $A\,B$ bedeute die Unterkante der Brücke, die Verticale $c\,a$ die Mittellinie der Kegelstütze, $c_1\,b_1$ die Mittellinie des Hebellagers der Wage. In der Lage $c\,a$ ruhe die volle Last der Brücke auf der Kegelstütze, während der dem Hebellager entsprechende Punkt b eben die Unterkante derselben berührt. Der Durchbiegung des Systems wegen kann unter dieser Voraussetzung die Berührung des Punktes b mit der Brücke nicht auch in der Horizontalen $A\,B$ stattfinden, sondern muss in einer Horinzontalen $A_1 B_1$ liegen, welche sich soweit unterhalb $A\,B$ befindet, dass der gerade Abstand beider genau dem Mafse der Durchbiegung entspricht. Da in der Lage $c\,a\,b$ des Systems der Verticaldruck auf den Punkt b gleich Null ist und der Totaldruck der Brücke auf den Punkt a in seiner Richtung $a\,c$ vertical zu der horizontalen Bahn $c\,c_1$ des Punktes c steht, so herrscht offenbar in dem System inbezug auf Seitenbewegung des Punktes c Gleichgewicht. Um c in seiner Bahn $c\,c_1$ nach rechts in der Ebene der Figur zu verschieben, ist im ersten Moment der Bewegung nur die dem Totaldruck entsprechende Reibung zu überwinden.

Denkt man sich nun das System um ein geringes verschoben, etwa bis in die Lage $c_2\,a_2\,b_2$, so hat der nunmehr gegen die Horizontale $c\,c_1$ etwas geneigt gerichtete Druck $a_2\,o$ eine Kraftcomponente $c_2\,r$ im Gefolge, welche den Punkt c_2 nach rechts zu bewegen strebt. Gleichzeitig hat aber auch eine Veränderung der Druckvertheilung auf die Punkte a_2 und b_2 stattgefunden. Der Punkt b ist aus seiner ursprünglichen Lage bis b_2 gehoben worden. Dadurch hat er offenbar einen Theil der Brückenlast aufgenommen, während der Punkt a durch die gleichzeitig erfolgte Senkung bis a_2 um denselben Theil des Druckes entlastet worden ist, da die Summe beider Drucke immer gleich der Gesammtlast der Brücke sein muss. Es resultirt nun aus dem in der Richtung $b_2\,c_2$ wirkenden Drucke eine horizontale Componente $c_2\,m$, welche den Punkt c_2 nach links zu bewegen strebt. Aus dem bekannten Festigkeitsgesetze, dass innerhalb der Elasticitätsgrenze die Drucke den Durchbiegungen proportional sind, welche dieselben hervorrufen, folgt nun, dass die Differenz der Drucke auf die Punkte a_2 und b_2 proportional ist der Differenz der absoluten Höhenlage derselben. Dies gilt für jede Lage des Systems. Man kennt also in jedem Augenblicke die Summe und die Differenz beider Drucke, woraus sich die Gröfse jedes einzelnen derselben leicht finden lässt. Weiterhin sind nun für bestimmte Verhältnisse des Systems mit Leichtigkeit auch die Kraftcomponenten $c_2\,r$ und $c_2\,m$ zu berechnen. Hierbei zeigt sich dann, dass auf dem ganzen Wege der Verschiebung des Punktes c_2 von c bis c_1 eine nahezu vollständige Gleichheit dieser rechts und links wirkenden Kräfte stattfindet, so dass nur noch die vertical wirkenden Kraftcomponenten übrig bleiben, deren Summe, wie man leicht sieht, ebenfalls immer gleich dem Totaldrucke der Brücke sein muss. Um den Punkt c in seiner Bahn bis c_1 zu verschieben, ist mithin nur die dem Totaldrucke entsprechende Reibung zu überwinden. Wird diese Verschiebung wirklich vollführt, so hat, wie ersichtlich, in der Grenzlage $c_1\,a_1\,b_1$ nunmehr der Punkt b_1 die ganze Last der Brücke auf sich genommen, während a_1 vollständig entlastet ist und nur noch eben die Unterkante der Brücke berührt.

Wird c_1 bis c zurückbewegt, so tritt wiederum der vorige Zustand ein.

Die Reibung in den Cycloidenführungen $a\,a_1$ und $b\,b_1$ kann als sehr gering aufser Acht gelassen werden, und reducirt sich demnach die zur Entlastung erforderliche Arbeitsleistung im wesentlichen auf die Bewältigung der Reibung beim Verschieben des Punktes c in seiner Bahn von c bis c_1, entsprechend dem Totaldrucke der Brücke.

Da nun bei guten Constructionen die Durchbiegung der Brücke und Hebel nur eine sehr unbedeutende ist, so kann die Länge der Gleitbahn $c\,c_1$ so gering bemessen werden, dass man schon mit Zugrundelegung »gleitender« Reibung bei der praktischen Ausführung auf sehr brauchbare Resultate kommt. Mit Leichtigkeit kann aber die »gleitende« Reibung noch in »rollende« verwandelt werden.

Fig. 5, Tafel XXII, zeigt in $^2/_3$ der natürlichen Gröfse eine entsprechende Anordnung, wie sie bei einer Centesimalwage zu 25000^{kg} Tragfähigkeit bereits praktisch ausgeführt ist und sich in längerer Gebrauchszeit vorzüglich bewährt hat. Das verschiebbare, starre Punktesystem $c\,a\,b$ wird bei derselben durch die, im Durchschnitte gezeichnete, runde Welle gebildet, in welcher die entsprechenden Punkte mit denselben Buchstaben bezeichnet sind. Eine solche Welle befindet sich an jedem Ende der Wagenbrücke unterhalb und querliegend gegen die Längsachse derselben. Auf diese Wellen sind, nahe neben einander gelagert und vertical verschiebbar, je ein Kegel- und ein Hebellager aufgestützt. In Fig. 5, Taf. XXII, ist $d\,f\,g\,e$ eine der Kegelstützen und $h\,i\,k\,l$ eines der Hebellager. Die Wellen sind, wie gezeichnet, mit vertieften Lagerstellen versehen und ruhen an jedem Ende auf je einem gehärteten Stahlprisma $c\,m\,n\,o$. Diese sind in Pfannen gelagert, welche, ebenfalls aus gehärtetem Stahl hergestellt, den Prismen einen entsprechenden Ausschlag nach links und rechts gestatten. Alle übrigen Berührungsflächen sind in gleicher Weise verstählt und gehärtet.

Die Entlastung wird vollführt, indem man die Wellen aus der Lage c in die Lage c_1 bewegt.

Dass die Cycloidenführungen durch geradlinige, die horizontale, gerade Bahn des Punktes c durch den Kreisbogen $c\,c_1$ (um n als Mittelpunkt) ersetzt sind, ist ganz unbedenklich mit

[1] In nachstehender Entwickelung ist das Entlastungsprincip für den Fall durchgeführt, dafs die Kegelstützen und Triangellager in zwangläufige Verbindung gesetzt werden. Die Erläuterung des zweitmöglichen Falles, in dem das Transmissionshebellager in gleicher Weise mit den Kegelstützen verbunden wird, siehe Glasers Annalen Band X, Heft 3.

Rücksicht darauf, dass der Weg, den die Punkte a und b »unter Druck« zu durchlaufen haben, höchstens 2mm (das Mafs der Durchbiegung), und der entsprechende Weg des Punktes c_1 (von c_2 bis c_3) nur ungefähr 10mm beträgt. Die praktische Ausführung hat dies vollkommen bestätigt.

Man sieht nun, dass in der Anordnung der Fig. 5, Taf. XXII, dem Punkte c noch ein weiterer Ausschlag von c_2 bis c nach links, und von c_3 bis c_1 nach rechts ertheilt worden ist. Dies hat den Zweck, auf jeder Seite den »freien Spielraum« zu erzielen, welcher über den Kegelstützen, bezw. den Hebellagern, behufs einer vollkommenen Entlastung geschaffen werden muss. Die Unterfläche der Kegelstütze ist von s bis f cylindrisch um die durch n gehende, horizontale Achse gekrümmt. Hierdurch ist erreicht, dass, während rechts die dem Wege $c_2 c$ entsprechende, weitere Senkung des Hebellagers $b k$ bis b erfolgt, links nur ein »Abrollen« der Welle an der cylindrischen Unterfläche der Kegelstütze stattfindet, ohne dass die letztere gehoben oder gesenkt wird. In gleicher Weise ist die Unterfläche $b k$ des Hebellagers cylindrisch bearbeitet. Von s bis g, bezw. von b bis i, sind die entsprechenden Theile der Unterflächen flach abgeschrägt.

Um zu verhüten, dass im »unbelasteten« Zustande ein Gleiten der Welle an den cylindrischen Unterflächen $f s$ oder $b k$ bei der Bewegung von c nach c_1 stattfindet, ist die Welle am Punkte v auf jedem vorstehenden Ende derselben zahnlückenartig ausgearbeitet, wie in Fig. 5, Taf. XXII, punktirt angegeben. In diese Vertiefung ragt ein zahnartiger Ansatz hinein, welcher der oberen Gehäusewand angegossen ist. Sobald die Eckkegel oder Hebellager durch die Brücke »belastet« sind, kann ein Gleiten nicht mehr stattfinden, da die rollende Reibung geringer ist, als die gleitende.

Wie oben bemerkt, sind alle Theile gegen Abnutzung durch Herstellung gehärteter Stahlflächen an allen Druckstellen möglichst geschützt. Bei der Untersuchung des Einflusses wirklich eintretender Abnutzung auf die nutzbare Entlastungshöhe sieht man, dass eine Abnutzung an den Punkten c und n ganz ohne Einfluss auf dieselbe ist, indem diese nur eine geringe und vollständig unschädliche Senkung des ganzen Systems im Gefolge hat, welcher mit Leichtigkeit durch Unterlegen einer dünnen Stahlplatte unter die Lagerpfanne abgeholfen werden kann. Eine weitere Abnutzung kann eintreten an den Druckflächen $s f$ und $b k$. Da der Druck während des Abrollens ein stets sich gleich bleibender ist, so wird auch die Abnutzung eine gleichmäfsige sein und zur Wirkung haben, dass eine Verkürzung des Abstandes der beiden Punkte a und b eintritt. Dieses wird eine, wenn auch nur sehr geringe, Verminderung der Entlastungshöhe $a a_1$ oder $b b_1$ bewirken. Man hat es dann leicht in der Hand, durch Abschleifen der Flächen $s g$ und $b i$ den ursprünglichen Abstand wieder herzustellen.

Auf welche Weise den Wellen die erforderliche Bewegung ertheilt wird, ist in der vollständigen Zeichnung einer nach dem neuen System ausgeführten gröfseren Centesimalwage zu etwa 25 000kg Tragfähigkeit auf Tafel XXII zur Anschauung gebracht. Beide Wellen tragen in der Mitte einarmige Hebel, welche durch Zugstangen mit einem Doppelhebel in Verbindung stehen, der auf einer bis vor die Wägesäule vortretenden Welle mit Handhebel sitzt. Die Anordnung dieses letzteren ist derart getroffen, dass er im entlasteten Zustande der Wage quer vor der Wägesäule liegt, um hierdurch schon die Ruhelage anzudeuten. Beim Wägen wird derselbe nach der Seite gelegt und gestattet dann freien Zutritt zur Vornahme der Wägethätigkeit. Eine besondere Ausschlagbegrenzung desselben ist nicht erforderlich, da diese sich von selbst durch Anlegen der Prismen $c m n o$ an die schrägen Innenflächen der Lagerpfannen ergiebt. Ebenso ist eine Arretirung desselben in den Zwischen- oder Grenzlagen unnöthig, da er von selbst in jeder Lage stehen bleibt.

Die vier Haupteckläger sind durch seitlich angeschraubte Blechplatten ringsherum vollständig geschlossen, also, ähnlich wie Achsbuchsen, gegen Eintritt von Schmutz geschützt.

Auf der Transmissionswelle können in bekannter Weise mit Bequemlichkeit die Bewegungstheile zu selbstthätigen Signalvorrichtungen angebracht werden.

Um durch Rechnung angenähert den Druck festzustellen, welcher am Handhebel auszuüben ist, um eine Centesimalwage von beispielsweise 50 000kg Tragfähigkeit zu entlasten, hat man es zunächst mit der rollenden Reibung zu thun, welche auf den Strecken $s t$ und $b_1 t_1$, Fig. 5, Taf. XXII, auftritt. Auf dem Wege von b_1 bis s findet nur ein Kippen um die stumpfen Kanten s und b_1 statt. Hierbei ist, da die rechts- und linksdrehenden Momente, wie oben gezeigt, einander aufheben, der zu überwindende Widerstand nur ein sehr geringer. Dagegen kommt auf dem Wege von c bis c_1 noch die Reibung der abgerundeten Kante c des Prismas $c m o$ hinzu sowie die geringe Reibung in der Pfanne bei n. Angenähert kann angenommen werden, dass auf dem ganzen Wege von t bis t_1 die der vollen Brückenbelastung entsprechende rollende Reibung zu überwinden sei. Da das Eigengewicht der Brücke sich in dem gewählten Beispiel auf ca. 4000kg stellt, so beträgt der Totaldruck 50 000 + 4000 = 54 000kg. Annähernd kann man sich diesen auf eine Ecke der Wage reducirt denken, obgleich sich derselbe in Wirklichkeit bekanntlich auf vier Ecken vertheilt. Nimmt man nun den Hebelarm für rollende Reibung, unter Voraussetzung glatter Stahlflächen und 86mm Durchmesser der Wellen, auf 0,3, den Ausschlag des Handhebels auf 1500mm an, so folgt, bei einer Länge der Reibungsbahn $t t_1$ = 38mm, der von Hand auszuübende Druck: $\frac{54\,000 \,.\, 0{,}3 \,.\, 38}{43 \,.\, 1500} = 9{,}5$kg. Rechnet man diesem für Reibung in den Transmissionswellenlagern und den Hebelscharnieren noch $^1/_5$ hinzu, so folgt: 11,4kg.

In der Praxis pflegen Centesimalwagen von wesentlich höherer Tragfähigkeit, als 50 000kg, nicht vorzukommen. Auch bei solchen würde aber das erläuterte Princip noch sehr wohl anwendbar sein, da der berechnete Druck von 11,4kg, ohne praktisch brauchbare Grenzen zu überschreiten, noch erheblich gesteigert werden könnte.

Im Hinblick auf die daraus sich ergebende, allgemeine Anwendbarkeit dieser neuen Entlastungsmethode ist derselben die Bezeichnung Universalentlastung beigelegt und dürfte, da eine weitergehende Druckreduction, als bis auf die demselben entsprechende rollende Reibung nicht denkbar ist, mit derselben die Entlastungsfrage bei gröfseren Centesimalwagen überhaupt als endgültig gelöst anzusehen sein.

Ueber Hochdruckturbinen.

Vorgetragen in der Sitzung des Bayerischen Bezirksvereines vom 10. Februar 1882

von J. Krumper,
Ingenieur der Maschinenfabrik Augsburg in Augsburg.

Da der für heute in Aussicht genommene Vortrag »über Bremsversuche an der Turbinen-Anlage der mechanischen Bindfadenfabrik Immenstadt« (s. S. 301 dieses Heftes) leider ausfallen muss, dürfte es nicht unpassend sein, in vorbereitender Weise über Turbinen mit grofsen Gefällen überhaupt zu sprechen.

Es ist diese Gattung hydraulischer Motoren praktisch von so wesentlichem Unterschiede gegenüber den normalen Turbinenconstructionen, dass ein specielles Studium ihrer Eigentümlichkeiten erforderlich erscheint.

Die Benutzung grofser Gefälle datirt erst aus den dreifsiger Jahren, und war die Anlage von St. Blasien im badischen Schwarzwalde, zu der Fourneyron eine Vollturbine mit geschlossener Zuleitung construirte, epochemachend, insofern es bislang nicht möglich war, Gefälle über 100m, wie es hier geschah, durch einen Motor auszunutzen. Diese Vollturbine, welche als solche nur etwa einen Durchmesser von einem halben Meter hatte, machte über 2000 Umdrehungen pro Minute und soll etwa 50 pCt. Nutzeffect ergeben haben.

St. Blasien war auf lange Jahre die einzige Wasserkraft dieser Art, und erst mit dem immer gröfseren Aufschwung der Industrie hat man namentlich in der Schweiz die Wasserkräfte der Gebirgsbäche, wie sie die Natur darbot, auszunutzen versucht.

Ein grofser Schritt erfolgte in dieser Richtung durch Anwendung der Tangentialräder, d. h. von Partialturbinen, gegenüber den Fourneyron'schen Vollturbinen, und hat sich hierin besonders Walter Zuppinger sehr verdient gemacht. Diese Motoren konnten gröfseren Raddurchmesser erhalten

und wurde dadurch die enorme Tourenzahl der Vollturbinen heruntergebracht. Durch diese Construction steigerte sich aber auch der Nutzeffect, und eine praktische, vollkommenere Regulirung des Wasserzuflusses war gegeben. Es mag nämlich schon jetzt erwähnt werden, dass die Wasserquantitäten bei so großen Druckhöhen fast immer klein sind.

Zuppinger ordnete an seinen Tangentialrädern, die er radial von aufsen beaufschlagte, fast immer zwei gegenüberliegende Einläufe an, um einen einseitigen Achsendruck zu vermeiden. Hätten nun diese mit kleinem Winkel an die Radperipherie anschliefsenden Einläufe immer neu bleiben können und die Radschaufeln sich nicht abgenutzt, so wäre diesem Turbinensystem unzweifelhaft sein guter Ruf geblieben. Da das aber auch nicht annähernd möglich war, so verminderten sich die bei Neuanlagen erzielten guten Effecte sehr bald; an dem tangentiellen Schnabel des Einlaufes stellten sich reichliche Wasserverluste ein, die bei Anordnung zweier Einläufe auch wohl das Doppelte betrugen. War nun jeder dieser Einläufe durch Regulirzungen wieder in mehrere Oeffnungen zersplittert, so konnte es nicht fehlen, dass bei den enormen Ausflussgeschwindigkeiten von 30 bis 60 m pro Secunde ein Theil des Wassers ganz zerstäubte und wirkungslos verloren ging.

Besser in verschiedener Hinsicht waren die von innen radial beaufschlagten Tangentialräder, da eine Verspritzung des Wassers am Einlaufe nicht so stark nachtheilig auftreten konnte, auch der Eintrittswinkel des Leitapparates größer genommen wurde und die Radschaufeln geringere Krümmung erhielten.

Aus letzterer, der sogenannten Schwamkrugturbine, entstand bald eine vollkommenere Construction, die Girardturbine. Dieser verdiente Constructeur formte zunächst hauptsächlich das Laufrad um, indem er durch Erweiterung desselben an der Austrittsseite die Möglichkeit der Anwendung von sehr kleinem Austrittswinkel bei doch vollkommen freiem Durchflusse des Wassers durch das Rad, worauf es ja bei allen Partialturbinen ankommt, herstellte. Dass derselbe ferner das Laufrad zum gleichen Zwecke weiter noch besonders ventilirte, kommt für unsere Verwendung bei partieller Beaufschlagung auf nur einen kleinen Theil des Radumfanges gerade nicht so sehr in Betracht, ist aber jedenfalls nützlich.

Den Einlauf vervollkommnete Girard in der Weise, dass er einer Zersplitterung des (in der Regel kleinen) Wasserquantums möglichst vorbeugte, seine Regulirung, von Zelle zu Zelle oder durch einen einzigen Schieber auf eine Oeffnung wirkend, correct dem Wasserquantum anpasste. Letzteres Detail der Veränderung der Zellenweite bei gleich bleibendem Winkel und nicht der Zellenzahl kommt nur bei sehr kleinen Wasserquantitäten in Frage. Was wir ferner von diesem gewiegten Constructeur lernten, ist die ausgezeichnete Wasserführung, die Benutzung sehr langsamer Uebergänge von Querschnitt zu Querschnitt und Vermeidung von allem, was Anlass zu Störungen der Wasserbewegung geben könnte, so dass die praktische Wasserwirkung näher der Theorie kam. In besonders hohem Mafse kommen die Vorzüge dieser Construction bei Ausnutzung derjenigen hohen Gefälle, wie ich sie Ihnen hier vorführen werde, zum Ausdrucke.

Für fragliche Zwecke sind heute hauptsächlich zwei Typen von Girardrädern vertreten: mit verticaler Achse und achsialer Einströmung, und mit horizontaler Achse und radialer Beaufschlagung von innen. Eigentliche Tangentialräder sind nicht mehr coursfähig, und deren Anwendung in neuerer Zeit eine Vorliebe der Besitzer; ausgeweitet werden die Laufräder aber auch dann jederzeit.

Die Girardconstruction mit achsialer Beaufschlagung scheint für sehr hohe Gefälle nicht so empfehlenswerth als mit radialer von innen, da in ersterem Falle durch das einseitige Kraftmoment auf die Welle eine ungünstige Wirkung, die oft mit Erschütterung verbunden sein kann, auftritt, während radial der Wasserdruck direct durch die Lagerung aufgenommen wird. Aufserdem ist die theoretische Wasserwirkung zu Gunsten der letzteren Construction. Beide Fälle aber haben gegen das Tangentialrad noch den Vortheil leichter Auswechselbarkeit der sich abnutzenden Theile.

Ich hatte im Sommer 1879 Gelegenheit, mehrere Etablissements, in denen Wasserkräfte mit sehr grofsen Gefällen ausgenutzt sind, zu besuchen, und gebe Ihnen an Hand und nach

Ordnung des Bestehungsalters derselben die wesentlichsten Daten, wie ich sie an Ort und Stelle zum Theil selbst beobachtet und gemessen, zum Theil durch die Besitzer erfahren habe.

Naturgemäfs sind fast alle derselben in der Schweiz und von Schweizer Fabrikanten ausgeführt; die neueste Ausführung dieser Art in Immenstadt werde ich, um dem besonderen Vortrage hierüber nicht vorzugreifen, hier weglassen, dagegen bemerke ich, dass St. Blasien die Phasen zum Tangentialrad und der Girardturbine ebenfalls durchgemacht hat.

Die tabellarisch geordneten Angaben beziehen sich neben dem Motor auch auf die Rohrleitung, ein Object, neben dem finanziell die Turbine verschwindet, und das schon in Hinsicht auf die anzustrebende Sicherheit des Betriebes und der Personen von grofser Bedeutung ist. Auf die ebenso wichtige Frage der Fassung und Klärung des Betriebswassers kann ich hier nicht eingehen.

Für die in der umstehenden Tabelle gegebenen Zahlen ist zunächst die Entwickelungsgeschichte nicht ohne Bedeutung, und gilt dies insbesondere von dem Motor; die Leitungen waren weniger Wandlungen unterworfen. Wir erfahren darüber folgendes:

Ad 1. Ist überhaupt die unveränderteste Anlage. Bezüglich der Leitung kann man lernen, dass dieselbe nie auf Holz, sondern stets auf Stein montirt werden sollte, da in dieser Hinsicht das Versäumte hier später eingeholt werden musste. Die Bleche sind, wie die Beanspruchung zeigt, relativ leicht dimensionirt, und daher einige Brüche schon vorgekommen. Am Tangentialrade hat man schliefslich zu einem Laufrade gegriffen, dessen Schaufeln und Kränze ein Gussstück bilden, nachdem mehrere Räder mit Blechschaufeln nicht auf die Dauer gehalten haben.

Ad 2. Die Blechrohre liegen hier nicht nur über dem Boden, wie gewöhnlich, um im Anstriche erhalten zu werden, sondern häufig auch im Boden. Die Leitung soll seit 15 Jahren nur einmal getheert worden sein, nachdem sie als neu angestrichen war.

Der Motor bestand ursprünglich aus einem Tangentialrade mit 2 Einläufen mit je einer regulirbaren Oeffnung; das Laufrad direct am König. Später wurde dieser Motor mit Beibehaltung des Zulaufrohres in eine Girardturbine mit 2 getrennten Einläufen verwandelt. Jeder derselben war mit 3 Oeffnungen und einem gemeinschaftlichen Regulirschieber ausgestattet. Diese Umänderung bewährte sich aber durchaus nicht, und machte man namentlich mit den angewandten Blechschaufeln wenig gute Erfahrungen, da letztere keine genügend gute Verbindung mit den Radkränzen hatten und sich auch aufserdem bald abnutzten. Man schritt zur Auswechselung dieser verfehlten Girardturbine und ersetzte dieselbe durch eine solche mit einem Einlaufe von mehreren Oeffnungen; als Radmaterial wurde Gusseisen in einem Stücke für Kranz und Schaufeln verwendet. Der Erfolg war ein ganz befriedigender, und ist insbesondere die Abnutzung von Einlauf und Rad sehr gering.

Der Manometerdruck steigt beim Abstellen von 145 m auf 175 m. Beim Bruche der Spindel des Leerlaufventiles erhöhte sich der Druck einmal auf 300 m, ohne dass ein Bruch in der Leitung eintrat.

Ad 3. Die Leitungsrohre liegen häufig in der Erde und sind deshalb bereits stellenweise angefressen.

Das Tangentialrad mit Gussschaufeln hat sich ordentlich gehalten und ist die Anlage unverändert geblieben.

Gröfster beobachteter Manometerdruck an der Turbine 120 m.

Ad 4 und 8. Die Leitung ist, als Provisorium, ziemlich leicht gehalten und sind zur Vorsorge gegen Brüche Reserverohre vorhanden. Die verwendeten Girardturbinen mit horizontalen Achsen befriedigen aufserordentlich und machen insbesondere den in Airolo auf der Südseite des Gotthard aufgestellten Tangentialrädern eine überwiegende Concurrenz. Die Einläufe von Metall und die Räder mit Gussschaufeln ad 4 (Kranz mit Armkreuz verschraubt) halten sich sehr gut, trotzdem ungeklärtes Reufswasser zur Verwendung kommt. Dagegen waren die Gussschaufeln von No. 8 stark zerfressen, was für die Verschiedenheit der Härte des verwendeten Materials spricht.

Ausgeführte und im Betriebe befindliche Hochdruck-Turbinen-Anlagen.

No.	Firma und Ort	Manometer-Gefälle, normal (m)	Turbine. System. Achse	Turbine. System. Einlauf	Betriebsdauer in Jahren	Verwendete Wassermenge (Lit. pro Sec.)	Effectivkraft (Pfdkr.)	Turbinenrad. Am Einlaufe Raddurchmesser (m)	Turbinenrad. Am Einlaufe Schaufellänge (mm)	Turbinenrad. Touren pro Minute	Material von Schaufeln und Radkranz	Rohrleitung. Mittl. Rohrdurchmesser (mm)	Wassergeschwindigkeit (m pr. Sec.)	Länge pro Rohr (m)	Blechstärke Einlauf (mm)	Blechstärke Auslauf (mm)	Volles Blech. Beanspruchung aus $\frac{l\,p^{m}\,\pi^{atm}}{2\,\delta^{mm}}$ · $p = 5{,}0$ (kg pro qmm)	Längsnietung	Flanschmaterial	Geschwindigkeits-Regulirung der Turbine	Bemerkungen
1.	Spinnerei Blumer in Murg (Wallensee).	89	vertical	Tangentialrad mit 1 Einlauf von mehreren Oeffnungen.	25	etwa 260	200	1,300	—	300	Gusseisen, früher Blechschaufeln.	640	0,810	7,250	4,5	6,5	4,4	Einfach mit Laschen.	Schmiedeisenwinkel.	Differenzregulator auf Drosselklappe.	Sehr steilliegende Zuleitung. Wasser als Trinkwasser benutzt in d. Ortschaft.
2.	Spinnerei Gebr. Spoery in Flums (bei Wallenstadt).	145	vertical	Girardrad direct am König. 1 achsialer Einlauf mit mehreren Oeffnungen und 2 Schiebern.	15 bezw. 3,5	540	750	2,700	—	160	Harter Guss in Segmenten.	625	1,760	6,900	4.0	15,0	3,0	Oben einfach, unten doppelt.	Gusseisen.	Stufenregulator auf Drosselklappe, ausgehängt.	Der unterste Theil der Leitung steil liegend.
3.	Buntweberei Azmos b. Trübbach (Sargans).	90	vertical	Tangentialrad mit Einlauf u. Schieber für 1 Oeffnung.	13	85 (Constr. 230)	70 (200)	2,000	100	200	Gusseisen.	480	0,470 (1,280)	6,400	3,5	9,0	2,4	Oben einfach, unten doppelt.	Gusseisen.	Stufenregulator auf Drosselklappe.	Flach ansteigende Leitung. Reines Wasser.
4.	Compressoren-Anlage Goeschenen (Gotthard).	90	horizontal	Girardturbinen mit 1 inneren rad. Einlauf von 7 Oeffnungen.	6	300 (Constr. 400)	250 (330)	2,000	80	200	Gusseisen.	für 4 Turb. 880	2,000	6,000	6,0	9,0	4,4	Oben einfach, unten doppelt.	Schmiedeisenwinkel.	Regulirschieber, von Hand stellbar. Kein Geschwindigkeitsregulator	Leitung trägt vielfach das Gepräge des Provisoriums.
5.	Spinnerei Schuler in Mels (J. Heer, Sargans).	135	vertical	Girardturbine mit 1 achsial. Einlaufe von mehreren Oeffnungen.	3,5	290	370	2,000	70	225	Gusseisen.	für No. 5 u. 9 625	1,150 (1,800)	6,750	4,0	12,0	3,5	Oben einfach, unten doppelt.	Gusseisen unten mit Schmiedeisenringen.	Regulator auf Drosselklappe wirkend.	Leitung an unterer Partie gegabelt. Zweigleitung nach No. 9. Stark verunreinigtes Wasser.
6.	Spinnerei Wunderli in Stachelberg (Glarus).	175	vertical	Tangentialrad mit 1 Einlauf und 1 Schieber für 4 Oeffnungen.	2	120 (Constr. 270)	200 (400)	1,250	50	400	Kanonenmetall.	f. 2 Räder 430 für 1 Rad 300	1,700 1,700	6,300 »	— —	{ 9,5 / 12 atm { 11,0 / 17,5 atm	2,7 2,4	Obeneinf., unt. dopp. Doppelt längs u. quer.	Gusseisen. Guss mit Ringen.	Differenzregulator auf Drosselklappe.	Verzweigte Leitung.
7.	Spinnerei H. Gyr, Blaichach (Sonthofen).	51	vertical	Girardrad mit 1 achsial. Einlauf von 15 Oeffnungen.	2	280 (Constr. 500)	140 (250)	1,250	80	230	Gusseisen. 2 theil. Rad.	525	1,300 (2,300)	4,300	—	—	—	—	Schmiedeisen.	do.	Ziemlich reines Wasser.
8.	Compressoren-Anlage Goeschenen (Gotthard).	90	horizontal	Girardturbine mit 1 inneren radial. Einlauf von 7 Oeffnungen.	2	300 (Constr. 600)	250 (500)	4,800	140	80 gewöhnl. 35—40	Gusseisen, 8 Segmente.	600	2 Turb. 2,2	6,000	—	9,0	3,0	Oben einfach, unten doppelt.	Gepresste Schmiedeisenringe.	Kein Regulator. Schieber von Hand stellbar.	Verhältnismäfsig kurze Leitung. Wasser der Reufs.
9.	Weberei Schuler in Mels (J. Heer, Sargans).	135	vertical	Girardturbine mit 1 achsial. Einlauf von 7 Oeffnungen.	1	55 (Constr. 250)	70 (300)	1,800	70	250	Kanonenmetall.	450	0,350 (1,370)	—	—	—	—	Doppelt.	Gusseisen mit Schmiedeisenringen.	Differenzregulator auf Drosselklapp. früher auf Einlaufschieber.	Leitung von 450mm Abzweigung von No. 5. Stark verunreinigtes Wasser.

Ad 5 und 9. Eine der schönsten und vollkommensten Anlagen dieser Art, namentlich inbezug auf Fassung, Klärung und Zuleitung des Wassers. Für gute Lagerung und Verankerung der Rohre ist gesorgt, ebenso für Nachgiebigkeit der gesammten Leitung gegen Temperatureinflüsse. Eine besondere Erfahrung ist inbezug auf Reactionsdruck gemacht worden, als die Leitung in No. 9 von der Hauptleitung fast senkrecht abgezweigt und das Widerlager ungenügend hergestellt wurde. Die Hauptleitung wurde hierbei durch den Seitendruck in nächster Nähe vollkommen demolirt, ein Beweis, wie wichtig die Verankerung oder besser Einmauerung von Knieen, Abzweigungen und dgl. Uebergängen ist.

Von den Turbinen ist die ältere (No. 5) mit Gussschaufeln innerhalb 3,5 Jahren so außergewöhnlich ausgefressen, dass eine baldige Auswechselung nöthig wurde und von Effect nur noch relativ gesprochen werden konnte. Die neuere (No. 9) war nur erst für eine kleine Kraft in Betrieb genommen und befriedigte namentlich der Metallkranz am Laufrade, bei dem sehr durch Schiefer verunreinigten Betriebswasser. Der Gedanke, den Regulator auf den Einlaufschieber wirken zu lassen und so eine genaue Wasserbenutzung zu ermöglichen, war eingetretener Hindernisse wegen bei meinem Dortsein nicht verwirklicht. Dagegen richtete man die Drosselklappe zum Zwecke der Geschwindigkeitsregulirung ein. Die Hauptabsperrschieber an beiden Turbinen sind mechanisch zu öffnen und zu schließen und mit Entlastungsvorrichtung ausgerüstet.

Ad 6. Die Zuleitung ist hier ausnahmsweise in den Boden verlegt. Nachdem die Rohre gut angestrichen worden, wickelte man dieselben in Lehm und verlegte sie so. Es soll sich diese Einrichtung gut bewähren und hat den Vortheil der Billigkeit für sich.

Bezüglich des Tangentialrades erwähne ich, dass das jeweilige bereits (in 2 Jahren) das zweite Laufrad ist; das erste sei bald ausgefressen gewesen. Soviel ich erfahren, soll die erste Ausführung jedoch nicht in Metall gewesen sein. Die in das Laufrad gebohrten Ventilationslöcher sind nachträglich vergrößert worden, was sich bei diesem Rade als vortheilhaft erwiesen hat.

Der Hauptschieber hat hier ebenfalls Entlastungsvorrichtung. Maximaldruck am Einlaufmanometer beobachtet = 250^{m}.

Ad 7. Es sind hier zwei gleiche Turbinen aufgestellt, von denen die ältere gut entspricht, die zweite jedoch die Fehler einer zu leichten Construction um so deutlicher zeigt, als der Abtrieb von der Turbinenwelle mangelhaft erfolgt. Es ist der durch den einseitig achsialen Einlauf hervorgerufene schädliche Druck besonders hervorzuheben und trotz kleinen Gefälles um so merkbarer, als die betreffende Turbine mit hohler Welle (aufgehängtem Zapfen) ausgerüstet ist.

Die Gussschaufeln des Laufrades halten sich entsprechend.

Ueberblicken wir noch allgemein die angegebenen Ausführungen, so zeigen sich folgende Gesichtspunkte:

a) **Rohrleitung.** Das Bestreben nach leichter Zugänglichkeit der einzelnen Partien, behufs Erhaltung der Bleche durch Farbe oder Theer, Einschaltung gut construirter Expansionskupplungen, Knieverbindungen und Auflager, um den Einflüssen der äußeren Temperatur möglichst Rechnung zu tragen. — Die Blechstöße sind hierbei in der Regel cylindrisch in einander geschoben, und deshalb pro Rohr von ungerader Anzahl. Bögen verwendet man meist von Guss, selten von Blech. Das Verlegen der Blechleitung in die Erde in No. 6 ist vereinzelt und noch nicht erprobt.

Die häufig verwendeten Flanschringe aus Gusseisen erfordern selbstredend ganz geeignete Materialmischung. Sicherheitsventile in der Nähe der Turbine fehlen an guten Anlagen nie. Einsteigöffnungen, Schlammkästen und Lufthähne sind dagegen vielfach vermisste Einzelheiten.

Der Rohrdurchmesser wird zum Theil von dem Gedanken aus bestimmt, keine zu große Wassergeschwindigkeit in der meist langen Leitung zu erhalten (max. = 1,5 bis 2,0^{m}), um hydraulischen Stößen, welche aus Anlass von Geschwindigkeitsänderungen eintreten können, zu begegnen; andererseits kommt in Frage, in welchem Grade das Kraftbedürfnis die Ausnutzung des totalen Gefälles bei den oft sehr langen Leitungen (500 bis 1000 bis 1500^{m}) erheischt.

Mit Beziehung auf die jeweiligen Wassergeschwindigkeiten

erkennt man aus der Tabelle die Beanspruchung der vollen Bleche, wie sie aus den ausgeführten Leitungen folgen.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Beanspruchung pro Quadratmillimeter Blech für die am tiefsten gelegene Rohrpartie erhoben wurde, jedoch in der Regel für die ganze Leitung in der Weise gilt, dass als Druck der an der tiefsten Stelle irgend einer Rohrwandstärke herrschende einzusetzen ist. Die Wandstärken setzen in praktischen Druckunterschieden mit Abstufungen von 1 bis 2^{mm} ab. Die dünnsten Bleche der höchst gelegenen Partien sind den Bedürfnissen des Stemmens und Verdichtens angepasst und haben mit der Festigkeitsformel nichts gemein.

Die Leerlaufvorrichtungen hat man im Laufe der Zeit aus einfachen Schiebern oder Ventilen in eine Reihe kleinerer Abschlussorgane (Hähne oder Schieber) zerlegt, um einerseits die Oeffnungen dem Wasserquantum bezw. der Geschwindigkeit anpassen zu können, andererseits schnelles Freilegen größerer Oeffnungen zu verhindern, was leicht zu hydraulischen Stößen führen kann. Das Abblasen aus diesen übrigens sorgfältig fest zu legenden Hähnen geschieht in der Regel in der Richtung des Ablaufkanales, wodurch der Strahl in größerer Länge zerstäubt. Wo das nicht angeht, muss ein gepanzertes Bassin angeordnet werden, um Auswaschungen zu vermeiden.

Ist die Turbine außer Betrieb, so muss in Winterszeit schon zur Verhinderung des Einfrierens ein Theil des Leerlaufes geöffnet sein.

b) **Turbine.** Die benutzten Wasserquantitäten sind hier durchweg unter $^{1}/_{2}$^{cbm} und die Aufgabe immer die, bei großem Gefälle mit diesen kleinen Quantitäten hohe Wirkungsgrade zu erzielen. Meist sind die Turbinen für größere Quantitäten eingerichtet, als wirklich ausgenutzt werden.

Das Ziel des hohen Effectes darf bei derlei Anlagen auf keinen Fall auf Kosten der Solidität erreicht werden; denn letztere Bedingung überwiegt gewiss einige Procente des Effectes.

Mit Voraussetzung einer selbstverständlich richtigen theoretischen Behandlung des Einlauf- und Schaufel-Apparates spielt im angedeuteten Sinne der Raddurchmesser an der Einlaufstelle eine wichtige Rolle. Es ist nicht gleichgültig, ob das Rad einen großen oder sehr kleinen Durchmesser hat, ob es wenig, ob viele Touren pro Minute macht. Der Durchmesser ist zunächst von Einfluss auf die Dauerhaftigkeit des Laufrades, insofern ein Rad sich um so schneller abnutzt, je geringer sein Umfang, da die Umfangsgeschwindigkeit ja dieselbe bleibt. Dann bleibt die starke Krümmung nicht ohne Einfluss auf die Wasserwirkung im Rade — eine sehr hohe Tourenzahl ist aus Gründen der Lagerung und Schmierung auf keinen Fall erwünscht. Dem gegenüber steht das Rad mit großem Durchmesser, das sich langsamer abnutzt, dann aber große Kosten für den Ersatz erheischt, ganz besonders des geeigneten Materiales wegen; steht die Rücksichtnahme auf großes Gewicht dieses Rades und seiner Achse und event. größerer Zapfen- resp. Lagerreibung; bei Rädern mit verticaler Achse und einseitigem Einlaufe ferner noch der einseitige Druck am Rade.

Aus all diesen Momenten folgt die Nothwendigkeit einer vorsichtigen Calculation, ehe die Durchmesserfrage entschieden wird, und ganz besonders auch das System bezüglich der Wellenlage. Große Constructionsgewichte werden insbesondere zu vermeiden sein, wenn bei sehr variablen Wasserquantitäten häufig mit kleinen Radfüllungen und geringen Kräften wird gearbeitet werden müssen. Ich halte in solchen Fällen nach meinen Berechnungen auf Grund des Radgewichtes allein, selbst bei nicht schwer construirten Rädern, bei Abnahme der Kraft auf $^{1}/_{3}$ der Normalkraft, eine Reduction des Nutzeffectes um 6 bis 8 pCt. für wahrscheinlich. Das Mögliche kann in dem Schwanken zwischen Effect und Solidität nur eine vorzügliche Construction und Ausführung leisten, die alle unnöthigen Massen beseitigt und doch Erschütterungen ausschließt. Ich halte, wie früher schon bemerkt, das System mit horizontaler Achse dafür besonders geeignet.

Man hat dessen Anwendung wohl mehr von localen Verhältnissen abhängig gemacht, allein in neuerer Zeit, wo mit elastischen Mitteln gern direct auf die Fabriksaallinien getrieben wird, dürfte die verticale Achse mit Verbindung auf den König nicht mehr ausschlaggebend sein.

Wenn auch Kanonenmetall das dauerhafteste Material für die vorliegenden Räder und Einläufe ist, so soll doch nicht gesagt sein, dass es das einzig zweckmäfsige ist. Guss muss allerdings von besonders geeigneter Mischung genommen werden und sollen insbesondere Gussschaufeln nicht empfohlen sein. Dagegen ist Stahl oder Flusseisen zu Schaufelblechen ganz gut, sobald die Verbindung mit den Kränzen dauerhaft hergestellt werden kann. Die hydraulischen Widerstände an den Radschaufeln sind an glatten Blechen jedenfalls kleiner als an Gussschaufeln.

Was endlich die Einwirkung eines Geschwindigkeitsregulators auf die Turbine betrifft, so ist, sobald ein Sammelreservoir für das Betriebswasser angelegt wird, die directe Einwirkung auf den Einlaufschieber theoretisch wohl das beste. Hierbei dürfte aber gewiss geklärtes Aufschlagwasser nöthig sein und die Schieberfläche möglichst reducirt werden, wenn nicht frühzeitige Abnutzung den Werth dieser Einrichtung illusorisch machen soll.

In allen anderen Fällen begnügt man sich mit Einwirkung des Regulators auf die Drosselklappe und stellt den Einlaufschieber von Hand, da ein Kraftüberschuss bei einer Motorenanlage ohne Dampfbetrieb doch vorhanden sein soll.

Ich hoffe, Ihnen hiermit ein Bild über Turbinen mit grofsen Gefällen gegeben zu haben, und bemerke ausdrücklich, dass die Angaben über die Effectivleistung meist geschätzt sind nach der von der Fabrik oder den Arbeitsmaschinen verbrauchten Arbeit.

So wichtig und grofsartig die besprochenen Anlagen auch sind, so wurden doch bei keiner derselben irgend welche genauen Versuche über deren Nutzeffect gemacht. Man begnügte sich in der Regel mit der vom Fabrikanten gebotenen Garantie und dem Bewusstsein, Kraft genug zu haben, wozu in der Regel die nur theilweise Ausnutzung der disponiblen Wasserquantitäten beitrug. Nun kam in Immenstadt einmal ein Fall, bei welchem mit ganz besonders kleinen Wasserquantitäten gerechnet werden musste, für deren Ausbeutung vom Lieferanten des Motors die weitgehendsten Garantien geboten wurden, und ich sehe deshalb mit Spannung den Eröffnungen entgegen, die uns Hr. Seemann durch seine dort durchgeführten Bremsversuche zu machen in der Lage sein wird.

Die Reinigung von Gasen und Dämpfen nach Möller's Filtrations-Verfahren.

Von Dr. Fr. Böckmann in Wyhlen.

Es sind schon verschiedene Apparate zur Abscheidung von den in Gasen oder Dämpfen suspendirten flüssigen oder festen Bestandtheilen in Vorschlag oder auch in praktische Anwendung gekommen; zunächst sind dies die auf dem Princip des Ausschleuderns beruhenden Apparate. Wir nennen als bekanntestes Beispiel die Werner'schen Entwässerungsapparate. Verwandt sind jene Apparate, bei denen die Gase oder Dämpfe eine Reihe von hinter einander liegenden Blechen mit feinen Löchern zu passiren haben. Wir erinnern hier zunächst an den von den Ingenieuren Pelouze und Audouin construirten Apparat[1]), welcher namentlich für die Condensation der vom Leuchtgase mechanisch mitgerissenen flüssigen und festen Theerbestandtheile dienen soll. Die Patentinhaber scheiden die trotz aller Reinigungsapparate dem Gase hartnäckig noch anhaftenden Theertheilchen durch den Anprall an eine feste Wand aus, nachdem das Gas zuvor unter 50 bis 60^{mm} Wasserdruck eine Metallwand mit zahlreichen Oeffnungen von je 1^{mm} Durchmesser passirt hat. Beide Wände sind von einander nur 2 bis 3^{mm} weit entfernt. Die engen Oeffnungen der ersten Wand haben den Zweck, die im Gase suspendirten Flüssigkeitstheilchen auf ein geringeres Volumen zu verdichten, so dass sie bei dem darauf folgenden Anprall an die zweite Wand infolge ihres vergröfserten Gewichtes nicht mehr in Suspension bleiben können. Um eine möglichst vollständige Condensation zu erzielen, ist hinter dem ersten Plattensystem noch ein zweites angebracht, so dass das Gas einen doppelten Anprall erfährt.

[1]) Chem. Ztg. 4, 129.

Die Patentinhaber schlugen auch vor, diesen neuen Condensator zur Darstellung von trockenem Wasserdampfe, sowie überhaupt zur Befreiung irgendwelcher Gase oder Dämpfe von mitgerissenen flüssigen oder festen Bestandtheilen zu benutzen. Auch den fein vertheilten Metallstaub gewisser Fabrikationen soll man nach den Patentinhabern durch Befeuchten der Wände des Apparates oder durch gleichzeitiges Einblasen staubfeinen Wassers condensiren. Es scheint indessen nicht, dass diese letztgenannten Vorschläge praktisch erprobt worden sind.

Hierher gehört auch der in Zuckerfabriken vielfach eingeführte Hodeck'sche Apparat, welcher den aus den Verdampf-Apparaten mit dem Wasserdampfe mitgerissenen Zuckersaft ausscheidet. Zu diesem Zwecke geht der Dampf durch einen horizontalen Cylinder, an dessen beiden Enden durchlochte Blechscheiben eingesetzt sind. Der Cylinder ist viel weiter als die Dampfleitung. Der abgeschiedene Saft geht durch eine Rohrleitung wieder in den Verdampf-Apparat zurück.

In allen diesen Fällen handelt es sich um eine theilweise Abscheidung, da gelochte Bleche eine völlige Trennung nicht bewirken können. Ein hiervon verschiedenes Princip wendet Dr. Möller[1]) an, indem er die Gase und Dämpfe von mitgerissenen Flüssigkeitstheilchen und Dampfbläschen oder suspendirten festen Körperchen (Flugstaub, Russ u. dgl.) durch eine regelrechte Filtration trennt. Die hierfür angewendeten Apparate bestehen aus einer oder einer Anzahl unter einander gleicher Filterkammern, die so eingerichtet sind, dass sie sich einzeln ausschalten und reinigen lassen. Die Filter können aus Geweben allein, aus Schlackenwolle, Asbest und anderen anorganischen oder organischen Faserstoffen zwischen Geweben oder gelochten Platten oder endlich aus Filz hergestellt werden. Die Form der Apparate ist in den einzelnen Fällen eine verschiedene, je nach dem Zwecke, wozu derselbe verwendet werden soll. Wir wollen uns nur mit denjenigen beschäftigen, die sich die Abscheidung von Flüssigkeitströpfchen und Dunstbläschen zum Ziele stecken.

Bei den hierfür bestimmten Apparaten werden runde Formen und gedichtete Flanschen gewählt, um höhere Druckdifferenzen zwischen den Gasen und der umgebenden Luft aushalten zu können, dichten Abschluss der Apparate zu erzielen und einen Verlust von Gasen und Dämpfen möglichst auszuschliefsen, während bei den Filtern für Hüttengase etc. eckige Formen der Filterkammern gewählt werden.

Fig. 1 zeigt eine Anordnung in sich geschlossener cylindrischer oder prismatischer Filter. Die Filter bestehen aus feingerippten und feingelochten Rohren, welche aufsen mit einer mehrfachen Hülle feinster Drahtgaze umgeben sind; sie werden durch je eine im Deckel befestigte Schraube angezogen und gedichtet.

In Fig. 1 ist ein System von drei Filterkammern dargestellt, die gleichzeitig durchströmt werden. Der zu filtrirende Dampf strömt bei H ein und wird durch das Rohr C in die drei Kammern vertheilt, deren jede sich durch die Ventile G, G_1, G_2 absperren lässt. Der zu filtrirende Dampf durchströmt die Filterrohre von aufsen nach innen und der filtrirte Dampf tritt dann in den Dampfsammelraum über dem Filterraum ein, um von hier aus durch das Rohr E abgeführt zu werden. Jede Filterkammer lässt sich von dem Rohr E durch je ein Ventil G_3, G_4, G_5 absperren. Soll eine Filterkammer gereinigt werden, so sperrt man sie von beiden Rohrleitungen durch die Ventile G bis G_5 ab.

Die abfiltrirte Flüssigkeit sinkt in den Filtern abwärts, tropft ab, sammelt sich in dem trichterförmigen Raum unter den Filtern und fliefst durch die Hähne L, L_1, L_2 ab.

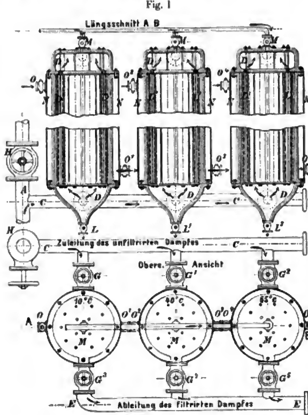
Durch eine Aenderung in der Rohrleitung kann man die drei Filterkammern auch so anordnen, dass sie nach einander von dem Dampf durchströmt werden. Man lässt dann den frischen Dampf zuerst bei G_2 eintreten und führt den einmal filtrirten Dampf aus G_5 nach G_1. Der zum zweiten Male filtrirte Dampf tritt dann bei G_4 aus, um bei G in das dritte Filter einzutreten, aus dem er bei G_3 abgeführt wird. Diese Anordnung wird getroffen, wenn — wie dies weiter unten auseinandergesetzt ist — die Apparate zur frac-

[1]) Zusatz-Patent zu D. R.-P. 8806 v. 17. Juni 1879, patentirt vom 22. Januar 1880 ab.

tionirten Destillation dienen sollen. In diesem Falle ist durch den Temperatur-Regulirungsmantel (siehe unten) die Wärme in den Filtern constant auf einer bestimmten Temperatur zu erhalten; beispielsweise sollen die Kammern nacheinander die Temperaturen 65, 40 und 10° C. haben.

Ehe die Dämpfe aus der einen Filterkammer in die andere treten, müssen sie natürlich durch eine Schlange oder ein Rohrsystem auf die Temperatur gebracht werden, welche in der betreffenden Filterkammer herrschen soll.

Fig. 1

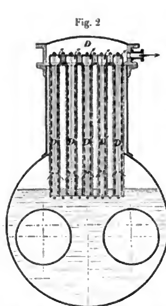


N (in Fig. 1) ist ein aus Blech bestehender Temperatur-Regulirungsmantel, welcher, je nachdem man eine Abkühlung oder Erwärmung bezweckt, mit Kühlwasser oder Dampf bestimmter Spannung gefüllt werden kann. Der Dampf bezw. das Kühlwasser tritt durch O, O_2, O_4 ein und durch O_1, O_3, O_5 aus. In vielen Fällen empfiehlt es sich, die Filter zeitweilig oder fortwährend mit einer Flüssigkeit anzufeuchten, um eine chemische oder lösende Wirkung auf die sich an den Filtern ausscheidenden Tropfen oder die durchstreichenden Dämpfe auszuüben. Ist beispielsweise in einem Gas Ammoniak enthalten, so wird die Berieselung der Filter mit Schwefelsäure den Erfolg haben, dass das Ammoniak gebunden und zurückgehalten wird. Enthalten die Dämpfe Theer, Fett oder dergl., so wird es förderlich sein, Benzin, Schwefelkohlenstoff oder ein ähnliches Lösungsmittel über die Filter laufen zu lassen, um sie zu reinigen. In allen Fällen wird die durch die Hähne M eintretende Flüssigkeit auf die verschiedenen Filter vertheilt, während die Hähne $L\,L^1\,L^2$ zum Abführen der auf den Böden der Filterkammern angesammelten Flüssigkeit dienen.

Das Möller'sche Verfahren wird auch bereits mit Erfolg zur Erzeugung von trockenem Wasserdampf angewendet. Die Filterrohre werden alsdann direct in den Dom eines Dampfkessels gehängt, wie es Fig. 2 veranschaulicht. Die Filter sind hier mit Konus angesetzt, ähnlich wie dies bei den Field'schen Rohren geschieht. Diese Art der Einsetzung der Filter kann natürlich auch bei anderen Constructionen geschlossener Filter angewendet werden.

Die vielfache Verwendbarkeit dieser Gas- und Dampf-Filtration liegt auf der Hand. So wird sie beispielsweise für die Darstellung reinen destillirten Wassers mit Vortheil zu verwerthen sein, da die Filter nicht nur die mitgerissenen Flüssigkeitstheilchen, sondern auch die in letzteren gelösten und suspendirten Bestandtheile (Gips u. s. w.) zurückhalten. Es wird dieser Apparat also ganz allgemein für die Abscheidung von in destillirenden Gasen oder Dämpfen mitgerissenen Salzlösungen gebraucht werden können.

Fig. 2



Dann aber auch bietet die Anbringung dieser Filterrohre ein Mittel, Flüssigkeiten von verschiedenen Siedepunkten leicht von einander zu trennen. Bei der fabrikmäfsigen Destillation der Steinkohlentheeröle handelt es sich darum, das bei 81° siedende Benzol von dem bei 111° siedenden Toluol zu trennen. Wie bekannt, ist dies eine zeitraubende Operation, da es nur durch wiederholte Destillationen (durch sog. Fractioniren) gelingt, die beiden Kohlenwasserstoffe von einander zu trennen. Die Anbringung Möller'scher Filterrohre in dem Retortenhelm wird bei der Destillation ein Verflüchtigen des höher siedenden Toluols zum gröfsten Theile verhindern und demnach eine weit leichtere Trennung desselben vom Benzol bewirken. Ganz in ähnlicher Weise wendet man schon seit Jahren bei der Trennung des Benzols vom Toluol im kleinen Mafsstabe mit vielen feinen Oeffnungen versehene, aus dünnem Platindraht geflochtene Platinnäpfchen an. Dieselben sind im oberen Theile des Destillationsraumes angebracht und verdichten durch Flächenwirkung das schwerer siedende Toluol, welches alsdann in die Retorte wieder zurückfliefst.

Indessen geht immerhin auch bei Anbringung der Möller'schen Filterrohre ein Theil des Toluols in Dampfform mit durch das Filter, da nur Flüssigkeitstropfen oder Bläschen abgeschieden werden können. Kühlt man dagegen das Dampfgemisch etwa auf 65° ab und leitet es in einen zweiten auf 65° gehaltenen Filtrirapparat, so wird mit einem Theile des Benzols das Toluol fast ganz ausgeschieden. Kühlt man demnächst das in Dampfform durch das Filter gehende reine Benzol auf etwa 40° ab, so schlägt sich das Benzol von mittlerer Flüchtigkeit völlig nieder und es bleiben nur die flüchtigsten Theile in Dampfform, welche durch fernere, stärkere Abkühlung gewonnen werden können.

Durch Einschaltung von mehreren auf einander folgenden Apparaten, welche unter verschiedenen Temperaturen arbeiten, kann man ein Gemenge von Flüssigkeiten verschiedener Siedepunkte in die einzelnen Kohlenwasserstoffe mit constantem Siedepunkt zerlegen. Besteht also beispielsweise die zu destillirende Flüssigkeit aus einem Gemische von vier Flüssigkeiten, die einzeln bei 50, 70, 90 und 100° sieden, so wird in einer Operation das Gemenge direct in diese 4 Flüssigkeiten zerlegt. Ohne Filter ist bekanntlich eine solche einfache und vollkommene Trennung nicht möglich, da stets ein Theil der schwerer siedenden Flüssigkeit mitgerissen wird.

Die Abscheidung der vom Dampfe mitgerissenen Flüssigkeit ist namentlich dann von gröfster Bedeutung, wenn der Werth der verdampften Flüssigkeit ein hoher und die Verdampfung eine schnelle ist, wie dies beispielsweise bei Zucker zutrifft. In den Zuckerfabriken haben sich deshalb auch die bereits oben erwähnten Hodeck'schen Apparate vielfach eingeführt. Die Menge der mitgerissenen Flüssigkeit wird meist unterschätzt, sie beträgt selten unter $^1/_2$ pCt. und steigt oft auf 5 pCt. und darüber.

Die Einschaltung der Dampffilter macht den Betrieb in keiner Weise verwickelter. Das filtrirende Medium ist meist feinstes Drahtgewebe, welches in mehrfachen Lagen über einander liegt. Je nach der Natur des Dampfes wird das

Material verschieden gewählt; für gewöhnlichen Wasserdampf Messing oder Kupfer, für Ammoniak Eisen, für starke Säuren Platin. Die Reinigung der Drahtgewebe bietet keine Schwierigkeit. Die Filterfläche wird so grofs genommen, dass ein merkbarer Druckverlust nicht eintritt, und es ist das Verdienst der Möller'schen Erfindung, den einfachen Gedanken zur Geltung zu bringen, dass man Gase und Dämpfe ebenso vollkommen filtriren kann, wie Flüssigkeiten, wenn man nur die Querschnitte grofs genug nimmt, so dass die Dämpfe das filtrirende Medium mit der nöthigen Langsamkeit passiren. Das Problem, in einem kleinen Raume grofse Filterflächen zu gewinnen, ist hier in einfacher Weise gut gelöst.

Endlich sei noch erwähnt, dafs sich der Möller'sche Filtrirapparat auch, statt im Destillationsraum, im Verdichtungsraume der destillirenden Flüssigkeit anbringen lässt, wodurch eine wesentliche Beschleunigung der Destillation herbeigeführt wird. Die Maschinenfabrik von K. & Th. Möller in Brackwede übernimmt die Lieferung und Einrichtung dieser neuen Dampf- und Gasfiltrirapparate.

Locomotiven.

Die Locomotiven zum Betriebe der Gotthardbahn. Für den Betrieb der Gotthardbahn wurde seitens der Direction derselben die Beschaffung von a) 6 Tenderlocomotiven mit zwei Triebachsen und einem zweiachsigen Truck unter der Rauchkammer, b) 16 Locomotiven mit drei gekuppelten Achsen und zweiachsigem Schlepptender und c) 15 schweren Tenderlocomotiven mit drei Triebachsen und einer beweglichen Vorderachse gegen Ende des Jahres 1880 in Aussicht genommen und die Ausführung der ad a) und b) genannten Locomotiv-Gattungen auch bald darauf bei verschiedenen Locomotivfabriken in Auftrag gegeben, während bezüglich der ad c) erwähnten schweren Tenderlocomotiven weitere Beschlussfassung noch vorbehalten wurde. Die sub a) genannten, für die Beförderung der Schnell- und Personenzüge auf der Thalstrecke bestimmten Tendermaschinen besitzen bei 6,5 m totalem Radstande 2,5 m Radstand der Treibräder und 1,8 m der Laufräder des Trucks, ein Dienstgewicht von 42,7 t in maximo und ein Minimaladhäsionsgewicht von 22,5 t. Die sub b) angeführten, zur Beförderung der Güterzüge bestimmten Locomotiven mit Schlepptender haben 3,6 m festen Radstand und ein Adhäsionsgewicht von 38 t, während der Tender bei einem Fassungsraume von 8 cbm Speisewasser und 4,5 t Kohle ein Maximalgewicht von 23 t besitzt. Für die sub c) erwähnten schweren Tenderlocomotiven, welchen die Aufgabe zufallen sollte, die Personenzüge über den Berg zu befördern, war ein fester Radstand von 3,4 m bei einem Totalradstand von 6,0 m und ein Adhäsionsgewicht von 40 t in maximo und 33 t in minimo bei einem Vorrath an Speisewasser von 7 cbm und an Brennmaterial von 3 t vorgesehen. Zu diesen Locomotiven kommen noch die bereits in den Jahren 1874 bis 1876 zum Betrieb der tessinischen Linien beschafften 14 Locomotiven, nämlich vier zweiachsige Tenderlocomotiven von 25 t Minimal-Adhäsionsgewicht, vier Maschinen mit Schlepptender von 24 t Adhäsionsgewicht mit zwei Treibachsen und einer Laufachse, und sechs dreifach gekuppelten Locomotiven mit Schlepptender von 37,8 t Adhäsionsgewicht.

Ingenieur Abt (im schweizerischen Eisenbahndepartement in Bern) erörtert die Frage, welche Maschinen-Gattung für den Betrieb der Gotthardbahn und namentlich der Bergstrecke derselben am besten geeignet sei, in einer sehr interessanten Studie, in deren erstem Theile die Gröfse des muthmafslich zu erwartenden Personen- und Güterverkehres festzustellen versucht wird. Auf Grund dieser Zahlen, der normirten Fahrgeschwindigkeiten von 45 km auf den Thalstrecken mit 10‰ Maximalsteigung, von 22 km auf den Bergstrecken mit 27‰ Maximalsteigung und von 30 km im grofsen Tunnel mit 5,82‰ Maximalsteigung für die Personenzüge, sowie von bezw. 17, 12 und 15 km für die Güterzüge, und mit Berücksichtigung des Umstandes, dass auf den Strecken der Gotthardbahn mit Curven von 280 m Halbmesser und 27‰ Maximalsteigung jede Tonne des angehängten Zuggewichtes einen Widerstand von 32 bis 33 kg hervorruft, demnach also, mit Rücksicht auf die gröfste zulässige Inanspruchnahme der vordersten Kupplung im Betrage von 6500 k, das Maximalgewicht eines Zuges rund 200 t betragen darf, vergleicht Abt die Leistung einer Tenderlocomotive mit derjenigen einer Maschine mit Schlepptender unter gegenseitiger Abwägung der Vorzüge und Nachtheile jeder der beiden Locomotiv-Gattungen. Dem Vergleiche werden zu Grunde gelegt eine Tenderlocomotive von 42 t anfänglichem Adhäsionsgewicht und einer mit 10 t belasteten vorderen Laufachse und eine Locomotive desselben Adhäsionsgewichtes, aber mit Schlepptender von 11 t Leer- und 23 t Dienstgewicht.

Hinsichtlich der nützlichen Zugkraft beider Maschinen zeigt der Verfasser mittelst graphischer Darstellung, dass die Tenderlocomotive anfänglich der Schlepptendermaschine wesentlich überlegen ist, und zwar um so mehr, je ungünstiger die Adhäsionsverhältnisse der Bahn sind, z. B. sinkt bei einem Adhäsionscoefficienten von 1/8, wie er in den Kehrtunneln der Gotthardbahn, in welchen die Steigung 23‰ beträgt, im günstigsten Falle angenommen werden kann, die nützliche Zugkraft der Tendermaschine erst nach einem Wasser- und Kohlenconsum von etwa 6,3 t auf den Betrag der anfänglichen Zugkraft der Schlepptendermaschine, bei 1/10 Adhäsion erst nach einem Materialconsum von nahezu 9 t. Wird nun erwogen, dass jeder Zug vor der Einfahrt in den grofsen Tunnel sorgfältig revidirt werden muss, wobei hinreichend Zeit dafür bleibt, dass eine Tendermaschine ihren Wasservorrath von 7 cbm ergänzen kann, dass ferner auf der Bergstrecke sich etwa alle 8 km eine Wasserstation befindet, also ein Nachfüllen von Wasser mit gröfster Leichtigkeit an sozusagen beliebiger Stelle erfolgen kann, so steht bezüglich der Adhäsionsverhältnisse die Tendermaschine der Schlepptenderlocomotive in jedem Augenblicke nicht nur nicht nach, sondern ist ihr stets überlegen. Da man ferner am Gotthard nur Steinkohlen bester Qualität vortheilhaft verwenden wird, so bildet auch der gröfsere Fassungsraum der Schlepptendermaschine keinen nennenswerthen Vorzug. Die vordere Laufachse der Tenderlocomotive gewährt infolge ihrer Verschiebbarkeit ein leichteres Durchfahren der Curven und gröfsere Sicherheit gegen Entgleisung, als die andere Maschinengattung, mithin eine gröfsere Schonung des Oberbaues. Was die Wirksamkeit der Tenderbremse anbetrifft, so ist deren Wichtigkeit nicht mehr so hervorragend wie früher, nachdem die automatischen und continuirlichen Bremsen eine so erhebliche Vervollkommnung und stets gröfsere Verbreitung erfahren haben. Der Verfasser weist endlich auf die bedeutenden Ersparnisse an Brennmaterial hin, welche bei Einführung von Tenderlocomotiven gegenüber den Schlepptendermaschinen jährlich erzielt werden können, und kommt hiernach zu dem Schlusse, dass mit voller Berechtigung die Beschaffung von dreifach gekuppelten Tenderlocomotiven mit vorderer Laufachse für den Betrieb der Gotthardbahn in Vorschlag zu bringen sei.

Nachdem der Verfasser noch an der Hand statistischer Daten die zur Zeit übliche Beanspruchung des Maschinenpersonals verschiedener Bahnverwaltungen erörtert, bringt er eine tabellarische Zusammenstellung der mit den vorgeschlagenen Locomotiven möglichen Leistungen und empfiehlt zum Schlusse, schon jetzt an das Studium der Construction ganz starker Güterzuglocomotiven mit festem Radstande von unter 3 m, Achsenbelastung von nicht über 12 t bei Nutzbarmachung des ganzen Maschinengewichtes, heranzutreten, mit welchen der früher oder später zu erwartende starke Güterverkehr in ökonomischer Weise zu bewältigen sein würde. Folgerichtig würden dies Locomotiven mit Motorengestellen sein müssen, z. B. solche nach System Fairlie oder J. Meyer, deren constructive Vervollkommnung unstreitig von unschätzbarem Werthe für den Betrieb derartiger Bergstrecken sein würde. (Unsere Quelle giebt Dispositionszeichnungen der erwähnten Locomotivtypen. Organ 1881, H. 4 u. 5, S. 131 bis 136 und H. 6, S. 229 bis 237.)

L. P.

Heizung und Lüftung.

Rud. Otto Meyer in Pente bei Hamburg hat für das neue Untersuchungsgefängnis in Hamburg sogenannte Mitteldruckwasserheizungen (höchste Wassertemperatur 150° C.) ausgeführt, und zwar in drei verschiedenen Arten des Wasserumlaufes. Bei der einen Art strömt — wie gebräuchlich — das heifseste Wasser von der wärmeaufnehmenden Schlange auf geradestem Wege nach oben, auf seinem Wege nur zu-

fällig Wärme abgebend, tritt dann in die Zellen und fällt, nachdem diese durchflossen sind und hier die erforderliche Wärme abgegeben ist, zum unteren Ende der im Feuer liegenden Schlange. Bei der anderen Art findet gewissermaßsen das umgekehrte statt, indem das heifse Wasser emporsteigend die Zellen durchströmt und vom höchsten Punkte im abgekühlten Zustande geraden Weges zum unteren Ende der feuerberührten Schlange zurückfällt. Die dritte Art endlich liegt mitten zwischen den beiden soeben genannten, indem das heifse Wasser aufwärts strömend die eine Hälfte, das oben zur Hälfte abgekühlte Wasser niederfallend die andere Hälfte der zugehörigen Zellen erwärmt. Es ist leicht zu übersehen, dass, so lange man die Ausdehnung des Wassers proportional der Temperaturzunahme annimmt, der verfügbare Auftrieb in jedem der Fälle derselbe ist; nur bei Zugrundelegung der richtigeren Ausdehnungsverhältnisse erhält man wenig von einander abweichende Werthe. An der vorliegenden Anlage gemachte Versuche bestätigen das. Da nun unter Umständen die Anlage für die dritte Umlaufsart billiger herzustellen ist als diejenige für die erste, bisher allein gebräuchliche, so verdient der betreffende Aufsatz alle Beachtung. (Gesundheitsingenieur 1881, S. 331 und Nachsatz daselbst S. 483.)

Der Ausfluss der Grundluft in die Kellerräume hat, nach einem Vortrage des Dr. Renk gelegentlich der vorjährigen Salzburger Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte, einen Ueberdruck in der Erde gegenüber den Kellerräumen zur Voraussetzung. Dr. Renk stellte diesen Ueberdruck durch Versuche fest und empfiehlt das Ausströmen der Grundluft nicht durch das Abschliefsen aller Poren der Erde mittelst Asphaltbelags oder dergleichen zu verhindern, sondern unter den Kellerfufsboden bezw. den Fufsboden nicht unterkellerter Räume ein Abzugsröhrennetz zu legen, welches mit einem Saugschornstein in Verbindung steht. (Gesundheitsingenieur 1881, S. 575.)

Feuerluftheizungsöfen mit Rauchverbrennungseinrichtung, der sogen. Sanitätsofen, ein Mantelofen mit Korbrost und eine Schinz'sche wärmeaufnehmende Schlange für Heifswasserheizungen, welche in der vorjährigen Landesgewerbeausstellung in Stuttgart seitens der Firma Möhrlin und Rödel in Stuttgart gezeigt wurden, sind, unter Beifügung guter Abbildungen, beschrieben im Pract. Masch.-Constr. 1881, S. 464.

Die Verwendung des Leuchtgases auf dem Gebiete des Heizungs- und Lüftungswesens, welche des hohen Preises dieses Brennstoffes halber naturgemäfs nur in besonderen Fällen sich vortheilhafter erweist als diejenige anderer Brennstoffe, wird mehr und mehr ins Auge gefasst; zum Beispiel wird dieselbe zur Lüftung, bezw. für die Erwärmung der Saugschornsteine in Miethhäusern empfohlen. (La semaine des constructeurs, 1881, Decemb., S. 296 nach »Usines à gaz«.) In der That dürfte für Mietwohnungen, in denen selten gleichmäfsige Ansprüche gestellt werden und nur schwer der Kostenantheil eines gemeinsamen Betriebes festzustellen ist, die Lüftung durch einzelne in den Wänden untergebrachte Saugschlotten allen anderen Lüftungsanordnungen vorzuziehen sein. Solche Vereinzelung der Saugschlotten bedingt aber ohne weiteres Leuchtgas oder Erdöl als Brennstoff, da die mühselige Bedienung vieler gewöhnlicher Feuerungen sowie der durch diese verursachte Schmutz die Mehrkosten jener Brennstoffe mehrfach aufwiegt, ja in den meisten Fällen von der Benutzung einer dementsprechenden Anlage abschrecken dürfte. Die in der Quelle angegebenen Regeln für eine zweckmäfsige Anlage übergehe ich, da sie nur bekanntes enthalten, hebe aber den seit 1840 bekannten, jedoch bisher zu wenig gewürdigten Satz hervor, dass die Verbrennungsproducte der Beleuchtungsflammen besonders, und zwar durch die ihnen innewohnende Wärme abgeführt werden müssen.

Soll die Sauglüftung ohne »Zug« arbeiten, d. h. soll durch sie an keiner Stelle des betreffenden Zimmers die bekannte, unangenehme Empfindung des »Ziehens« hervorgebracht werden, so ist für eine geeignete Luftzuführung zu sorgen, vermöge welcher die frische Luft mit einer Temperatur einströmt, die höchstens wenige Grad unter der Zimmertemperatur liegt. Man erreicht dieses vielfach mittelst Einleitung der frischen Luft durch einen, den Heizofen durchbrechenden senkrechten Schacht oder durch Vorwärmung der Luft im Raume zwischen dem Ofen und dessen Mantel. Rob. Boyle & Sons in London (Zeitschrift 1882, Heft 4, S. 227) wollen diese Luftvorwärmung von der eigentlichen Heizung trennen, so dass sie im Stande sind, die betreffende Einrichtung an der Aufsenwand anzubringen, also mit kurzen Zuleitungskanälen ihren Zweck zu erfüllen. Zu dem Ende stellen sie vor die dicht über dem Fufsboden angebrachte Maueröffnung, welche zur Einführung der frischen Luft dienen soll, einen oben offenen, schrankartigen Kasten, so dass die Luft in der Richtung nach oben austritt. Innerhalb dieses Kastens befindet sich eine schmiedeiserne Röhrenschlange, durch welche die Verbrennungsproducte einer Gasflamme strömen; diese entweichen, nachdem sie ihre Wärme abgegeben haben, ins Freie.

Eine andere Art der Leuchtgasverwendung für die vorliegenden Zwecke lässt das Bestreben erkennen, die Kosten des Brennstoffes möglichst gering zu machen. W. Schönheyder in London (Engineering Oct. 1881, S. 360 mit Abb.; etwas abweichend Iron, Oct. 1881, S. 321 mit Abb.) bringt die Beleuchtungsflamme des Zimmers in geeigneter Höhe und Ausstattung am Ofen an. Der Rauch durchströmt den Ofen und entweicht oben in einen Schornstein, welcher gleichzeitig als Saugschornstein dient.

Man kann nun den Ofen

1. für Umlaufsheizung verwenden, indem man die Luft des Zimmers nahe über Fufsboden schöpft, an den Heizflächen sich erwärmen und oben in das Zimmer zurücktreten lässt, oder mittelst desselben

2. durch frische Luft die Erwärmung des Raumes hervorbringen, indem man dem Freien entnommene Luft den vorhin genannten Weg machen lässt, während eine gleiche Menge der Zimmerluft dicht über dem Fufsboden abgesaugt und dem vorhin erwähnten Saugschornsteine zugeführt wird, oder endlich

3. zur Sommerlüftung gebrauchen. Alsdann wird die Zimmerluft am oberen Ende des Ofens angesaugt, nimmt während des Niedersteigens die Wärme der Beleuchtungsflammen auf und entweicht unten in den Saugschornstein, während frische, unerwärmte Luft aus dem Sockel hervorströmt.

Die zugehörige Klappenanordnung zur Aenderung der Benutzungsart ist recht hübsch entworfen.

Der Gedanke, die uns oft so lästige Wärme der Beleuchtungsflammen zur Befriedigung anderer Bedürfnisse auszunutzen, bezw. die bequeme und angenehme Gasheizung durch gleichzeitige Verwendung des Gases für die Beleuchtung billiger zu machen, hat gewiss viel Verlockendes. Jedoch darf nicht übersehen werden, dass der Bedarf an Licht und derjenige an Wärme keineswegs in gleichem Mafse sich ändern, so dass man in den meisten Fällen an dem Einen Mangel oder an dem Anderen Ueberfluss leiden muss. Immerhin kann der Gedanke für einzelne Fälle fruchtbringend verwerthet werden.

H. F.

Elektrotechnik.

Internationale Elektricitätsausstellungen. Kaum hatten sich die Pforten der Ausstellung in Paris geschlossen, als die Welt durch die Ankündigung einer neuen internationalen Elektricitätsausstellung überrascht wurde, welche im Krystallpalast zu Sydenham nahe London stattfinden und bereits am 15. December 1881 eröffnet werden sollte. Obwohl sich hervorragende Techniker Englands für das Zustandekommen des Unternehmens interessirt haben, so ist doch bekannt, dass dasselbe zuerst von den Directoren des Krystallpalastes geplant wurde, in der Absicht, ihrem Etablissement, das nur geringen Nutzen abwirft, gute Einnahmen zu verschaffen. Ausstellungen aber, die im wesentlichen Sonderinteressen dienen und so beispiellos schnell auf einander folgen, werden nur verhältnismäfsig wenig zur Förderung der Wissenschaft und Technik beitragen. Denn nach jeder Ausstellung muss nothwendigerweise eine Ruhepause eintreten, welche dem Fabrikanten Zeit lässt, das Gelernte zu verwerthen und sich von den meist sehr bedeutenden Kosten zu erholen. Diese Erkenntnis hatte denn auch zur Folge, dass sich die ausländischen Firmen, mit Ausnahme der französischen, von der Londoner Ausstellung fast gänzlich fern gehalten haben. Im Kataloge sind 367 englische und 90 fremde Aussteller, welche fast ganz aus Franzosen bestehen, aufgeführt.

Der Krystallpalast mit seinen zahllosen Verkaufshallen, seinen Restaurationen, kleinen und großen Theatern macht den Eindruck eines permanenten Jahrmarktes und ist wenig geeignet zur Aufnahme einer ernsten, wissenschaftlichen Bestrebungen dienenden Ausstellung. Diese Ansicht scheint auch in den an der Ausstellung betheiligten Kreisen die allgemein verbreitete gewesen zu sein, denn von den zahlreichen Zweigen der Elektrotechnik ist eigentlich nur das elektrische Beleuchtungswesen zur vollen Geltung gebracht worden. Hier trat nun allerdings der Krystallpalast mit seinen vielen und den mannigfachsten Zwecken dienenden Räumen in sein volles Recht. Kein anderer Ort hätte wohl eine bessere Gelegenheit geboten, die verschiedenen Arten der elektrischen Beleuchtung in zweckentsprechender Weise zur Anwendung zu bringen. Die zahlreichen Gesellschaften und Unternehmer liefsen sich denn auch diese günstige Gelegenheit, ihr Licht leuchten zu lassen, nicht nehmen und haben eine Ausstellung geschaffen, welcher der Pariser an Mannigfaltigkeit und Reichhaltigkeit weit überlegen sein soll. Als die ausgezeichnetsten Ausstellungen werden die von Edison und Brush bezeichnet. Dies mag allerdings zum Theil darin seinen Grund haben, dass die Directoren des Krystallpalastes den Amerikanern ein Uebergewicht zu verschaffen suchten. Diesem Umstande sowohl als auch dem, dass die ernannte Jury zum Theil aus Männern besteht, welche an Gesellschaften für elektrischen Betrieb betheiligt sind, ist es zuzuschreiben, dass sich die Ausstellung in England selbst nicht einer grofsen Sympathie erfreut.

Die dritte elektrische Ausstellung soll in den Monaten September und October in Wien stattfinden. Der österreichische Handelsminister hat dem die Ausstellung veranstaltenden Comité, an dessen Spitze die Herren Graf Wilczek und Freiherr Victor von Erlanger stehen, die Rotunde des Ausstellungsgebäudes von 1873 zur Verfügung gestellt und auch zugesagt, dass hinsichtlich des zollfreien Transportes und des Patentschutzes den Wünschen des Comités entgegengekommen werden solle. Ueber die Gestaltung und den Umfang der Ausstellung ist noch nichts näheres bekannt geworden.

Endlich soll auch in München in diesem Herbste (16. September bis 15. October) eine Elektricitätsausstellung stattfinden. Dieselbe wird sich von den bisherigen Ausstellungen wesentlich unterscheiden, denn als Hauptzweck derselben wird bezeichnet, dass mit den zur Ausstellung kommenden Apparaten eingehende Versuche angestellt werden sollen. In dem von dem Ausstellungscomité aufgestellten Programm heifst es unter § 1: »Die Versuche bezwecken, den Behörden des Staates und der Gemeinde, den Industriellen sowie dem Publicum einen klaren Ueberblick über den gegenwärtigen Stand der praktischen Verwerthung der Elektrotechnik zu gewähren und dadurch in energischer und wirksamer Weise deren Anwendung im öffentlichen wie im Privatleben zu fördern.« Das Vorhaben des Comités ist sicherlich ein sehr zeitgemäfses und höchst anerkennenswerthes. Denn bei der Schnelligkeit, mit der die Neuconstructionen in der Elektrotechnik auf einander folgen, und bei der grofsen Reclame, mit der sie meist in die Praxis eingeführt werden, ist das Publicum über den Werth der einzelnen Erfindungen meist völlig im unklaren. Hoffen wir, dass die Münchener Versuche authentische Zahlen über den Kraftverbrauch und die Leistung der einzelnen Systeme ergeben werden, so dass es dann möglich sein wird, sich über die Zweckmäfsigkeit und die Anlage- und Unterhaltungskosten eines elektrischen Betriebes ein einigermafsen richtiges Urteil bilden zu können.

Gesellschaften für elektrischen Betrieb. Die Zahl derselben ist in Frankreich und namentlich in England eine aufserordentlich grofse. Am Schlusse 1881 gab es in England etwa 20 solcher Gesellschaften und ist seitdem eine ganze Reihe neuer hinzugekommen, so dass es deren jetzt ungefähr 30 bis 40 geben mag. Dieselben arbeiten meist mit sehr bedeutenden Capitalien. So ist z. B. kürzlich in London »The Faure Electric Accumulator Company« mit einem Capital von 1 Million Pfd. Sterl. gegründet worden. In Deutschland ist die Zahl der sich mit elektrischen Anlagen beschäftigenden Firmen bisher eine verhältnismäfsig kleine gewesen. Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dass die Anwendung der Elektricität bei uns, wo die zu neuen Unternehmungen anstachelnde Concurrenz fast gänzlich fehlt, bisher eine viel beschränktere als in Frankreich und England ist. Dies dürfte sich jedoch sehr bald ändern. Wie nämlich die Zeitschrift für angewandte Elektricitätslehre mittheilt, ist in Köln eine aus den bedeutendsten Industriellen der Rheinlande bestehende »Elektrische Licht- und Telegraphen-Compagnie« gegründet worden. Die technische Leitung des Unternehmens hat der Ingenieur Carl Coerper übernommen.

Ferner steht man im Begriffe, in Berlin eine Actiengesellschaft für elektrischen Betrieb zu gründen. Dieselbe wird, so heifst es, die Edison'schen Erfindungen in Deutschland einführen.

Lehrstuhl für Elektrotechnik. Der kürzlich in einem Vortrage von Dr. Werner Siemens ausgesprochene Wunsch, »es möchten auf allen technischen Schulen, mindestens auf allen technischen Hochschulen, Lehrstühle für Elektrotechnik gegründet werden, um wenigstens unsere technische Jugend mehr vertraut mit der Elektricitätslehre und ihrer technischen Anwendung zu machen« ist für die technische Hochschule in Stuttgart bereits in Erfüllung gegangen. Vom kommenden Sommersemester an wird »Elektrotechnik, verbunden mit Uebungen« einen officiellen Lehrgegenstand bilden. Auch an der technischen Hochschule zu Wien ist bereits ein Lehrstuhl für Elektrotechnik errichtet worden.

Centrallaboratorium für Elektricität in Paris. In dem Journal officiel vom 27. Februar ist ein Erlass des Präsidenten der französischen Republik veröffentlicht, wonach unter Leitung des Ministeriums der Posten und Telegraphen in Paris ein Centrallaboratorium für Elektricität eingerichtet und der aus der Pariser Ausstellung erzielte Ueberschuss von 325 000 Francs zur Anlage und Unterhaltung desselben verwendet werden soll.

Kraftverbrauch der elektrischen Lampen. Die Angaben über den Kraftverbrauch der verschiedenen Lampen schwanken bisher ganz aufserordentlich. Die Herren Reifsner und Fischer geben in einem Berichte über die Pariser Elektricitäts-Ausstellung die nachstehenden Zahlen an; danach kann man mit einer Pferdestärke ungefähr folgende Leuchtkraft in Normalkerzen ausgedrückt erhalten:

	Normalkerzen
Mit sehr starken Regulatorlampen von 30000 bis 40000 Kerzen Helligkeit	3300
mit kleineren nur etwa	1000
mit Differentiallampen	400—500
mit Jablochkoff'schen Kerzen	300—400
mit den Incandescenzlampen von Reynier u. s. w. etwa	250
endlich mit den Glühlampen von Swan u. s. w. etwa	75—90

Aus obigen Zahlen erhellt, dafs der Kraftbedarf der Lampen von grofser Lichtstärke ein viel kleinerer ist, als der der Lampen von geringer Lichtstärke.

Um mit einer Gaskraftmaschine eine Pferdestärke zu erzeugen, sind $0,8$ bis $1,0^{cbm}$ Leuchtgas erforderlich. Verbrennt man diese Menge Gas, so erhält man:

	Normalkerzen
mit gewöhnlichen Brennern von etwa 150[l] stündlichem Gasverbrauche	80—100
mit starken Lichtern, bei denen man sich der Siemens'schen Regenerativbrenner bedienen kann	220—250.[1])

P. J.

Brückenbau.

Zur Frage über Anwendung von Scheitelscharnieren bei eisernen Bogenbrücken. In einer Besprechung der Concurrenz-Entwürfe zur Mainzer Rheinbrücke (Deutsche Bauzeitung 1881, S. 257) hatte Hr. v. Willmann die Ansicht vertreten, dass die Anbringung eines Scheitelgelenkes bei eisernen Bogenbrücken nicht empfehlenswerth sei, und sich zur Begründung dieses Urteils vorzugsweise auf die ungünstigen Erfahrungen berufen, welche bei der mit Scheitelscharnier versehenen Bogenbrücke der Ulrichstrafsen-Unterführung in Magdeburg gemacht worden sind. Man musste nach der Probebelastung dieser Brücke sich dazu entschliefsen, das Scheitelgelenk zu verlaschen und dadurch die Wirkung

[1]) Siehe auch die betr. Angaben auf S. 314 dieses Heftes.

desselben aufzuheben. Hr. Ingenieur Schmid, Vorstand des eisentechn. Büreaus der Berl.-Potsd.-Magdeb. Eisenbahn entgegnet hierauf (Deutsche Bauz. 1881, S. 351), dass die bisher über gedachte Strafsenunterführung in die Oeffentlichkeit gedrungenen Mittheilungen ungenau seien; die nothwendig gewordene Verlaschung, welche detaillirt mitgetheilt wird, sei derartig angeordnet, dass auch nach Vornahme derselben das Scheitelgelenk noch als solches functioniren könne. Im übrigen hätten sich viele Brücken der Magdeb.-Leipziger und Magdeb.-Halberstädter Eisenbahn mit Scheitelscharnier gut bewährt. Es wird nunmehr (Deutsche Bauz. 1881, S. 445) von Hrn. v. Willmann bestritten, und zwar mit Recht bestritten, dass das in Rede stehende Scheitelgelenk nach der Verlaschung noch zur Wirkung komme. Ferner wird gesagt: »Die Beweglichkeit eines Bogens mit drei Gelenken ist gröfser, als die eines solchen ohne Mittelscharnier; senkt sich bei der schwingenden Bewegung der Brückenscheitel, so wird dadurch der Horizontalschub entsprechend der Verkleinerung der Pfeilhöhe vergröfsert. Da sich diese Vergröfserung des Horizontalschubes jeder Ermittelung entzieht, so werden die Voraussetzungen, auf Grund welcher die Berechnung dieses Systems durchgeführt wird, noch weniger exact sein als diejenigen der Elasticitätstheorie, welche bekanntlich die Grundlage zur Berechnung der Bogen ohne Scheitelgelenk bildet.«

Diese Behauptung ist nun — wenigstens in der vorliegenden Form — wohl nicht zutreffend. Die Senkung des Brückenscheitels ist, selbst bei Gefahr drohenden Schwingungen, gegenüber der ursprünglichen Pfeilhöhe stets sehr gering. Da der Horizontalschub umgekehrt proportional der Pfeilhöhe sich ändert, so wird die hieraus resultirende Vergröfserung desselben für die Berechnung bedeutungslos sein.

Eine andere Frage ist es, ob nicht durch die lebendige Kraft der schwingenden Massen eine Vergröfserung des Horizontalschubes eintreten wird; in dieser Weise begründet, würde man der Behauptung, dass die Grundlagen für die Berechnung eines Bogenträgers mit 3 Gelenken recht unsicher seien, wohl eher zustimmen können.

Eine Vertheidigung der Brücken mit Scheitelscharnier übernimmt an nämlicher Stelle Hr. Engesser. Derselbe widerspricht zunächst der vielfach aufgestellten Behauptung, dass die Unterbrechung des Horizontalverbandes im Scheitel, welche bei diesem Brückensystem sich ergiebt, irgendwie bedenklich sei. (Hierzu möge erwähnt werden, dass Prof. Heinzerling — Brücken der Gegenwart, erste Abtheilung, Heft IV — eine Construction angegeben hat, nach welcher der Horizontalverband auch bei Brücken mit Scheitelgelenk ununterbrochen durchgeführt werden kann.) Sodann wird auf die geringere Bruchfestigkeit statisch unbestimmter Bogensysteme hingewiesen, da nach Ueberschreiten der Elasticitätsgrenze die bleibende Zusammendrückung des Bogens ähnlich wirkt, wie ein Ausweichen der Widerlager, die Beanspruchung also vergröfsert wird.

Dem Referenten scheint die Frage folgendermafsen zu liegen: Die gesammten Voraussetzungen aller unserer Berechnungen sind höchst unsicher. Die Kraft, mit welcher ein über die Brücke fahrender Eisenbahnzug auf die Construction wirkt, ist kaum mit einiger Bestimmtheit anzugeben. Directe Messungen haben gezeigt, dass infolge der Stöfse u. s. w. die Belastung bis zu 100 pCt. gröfser werden kann als diejenige, welche der nämliche Zug im Ruhezustande bedingen würde. Ferner schwankt die Bruchsicherheit des Materials gegen verschiedenartige Beanspruchungen zwischen weiten Grenzen; die Unterschiede betragen über 100 pCt. der Minimal-Bruchbelastung. Dazu kommen Ungleichheiten und Fehlerstellen im Material, zusätzliche Spannungen infolge der Knotenpunktsdetaillirungen u. s. w.

Man wird im Stande sein, diese Einflüsse zum Theile schätzungsweise zu berücksichtigen; wir sind jedoch weit davon entfernt, die Bruchsicherheit eines Bauwerkes rechnungsmäfsig nachweisen zu können. Bei der Frage, ob man statisch bestimmte Systeme oder Bogenbrücken ohne Scheitelgelenk bauen solle, scheint also die Erwägung, ob die Grundlagen der theoretischen Berechnung bei diesem oder jenem Systeme in Wirklichkeit besser zutreffen, von nur geringer Bedeutung zu sein. Nach Ansicht des Referenten verdienen jedoch statisch unbestimmte Bogenträger den Vorzug und

zwar aus folgenden Gründen. Ist in einem solchen System irgend ein Constructionstheil überansprucht, sei es, dass hier eine Fehlerstelle vorhanden ist, die Verbindungsconstruction nicht rechnungsmäfsig zur Wirkung kommt oder Verhältnisse auftreten, welche bei der Berechnung nicht berücksichtigt werden konnten, so wird die dadurch verursachte Deformation des Trägers stets eine derartige Einwirkung auf die Vertheilung der inneren Kräfte des Systems haben, dass der in Rede stehende Constructionstheil entlastet wird. Es findet selbstthätig im Inneren eines statisch unbestimmten Bogenträgers eine Ausgleichung der Spannungen nach dem Tragvermögen der einzelnen Stäbe statt. Die Richtigkeit dieses Satzes ist, ohne auf Rechnungen an dieser Stelle einzugehen, durch eine einfache Ueberlegung zu erkennen. Es möge z. B. ein Obergurtstab des Bogens aufsergewöhnlich stark gepresst und infolge dessen verkürzt werden. Wäre der Bogen einseitig starr am Widerlager befestigt, andererseits frei beweglich, so würde die Verkürzung des Obergurtstabes eine Vergröfserung der Spannweite bedingen. Dieser Veränderung der Spannweite wirkt jedoch das vorhandene Widerlager entgegen; dasselbe muss auf den Bogenträger einen Druck ausüben, um die Spannweite des letzteren unverändert zu erhalten. Man erkennt also, dass eine zusätzliche Verkürzung eines Obergurtstabes eine Vergröfserung des Horizontalschubes zur Folge hat. Eine Vergröfserung des Horizontalschubes bedingt ihrerseits eine flachere Form der Stützlinie, wie man sofort erkennt, wenn man sich die Construction der Stützlinie vergegenwärtigt und bedenkt, dass der Horizontalschub die Poldistanz im Kraftpolygon ist. Wird die Lage der Stützlinie flacher, d. h. nähert sich dieselbe dem Untergurte, so wird dadurch die Druckspannung im Obergurte verringert. Man erkennt die Richtigkeit des oben ausgesprochenen Satzes. Selbst dann, wenn ein Stab vollständig zerstört würde, wäre durchaus noch nicht der Bruch des Bauwerkes dadurch bedingt. Die Lage der Stützlinie würde sich dann derart gestalten, dass dieselbe durch den gegenüberliegenden Drehpunkt hindurchgeht, und die Brücke würde nunmehr wie ein Bogen mit 3 Gelenken wirken. Diese unabhängig von allen Berechnungen und Voraussetzungen auftretende Ausgleichung der Stabspannungen je nach dem Tragvermögen der einzelnen Constructionsglieder ist es, welche dem Referenten die Anwendung statisch unbestimmter Bogenträger empfehlenswerth erscheinen lässt.

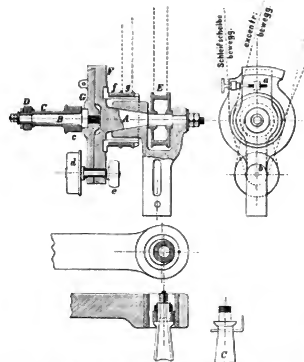
Die Vorarbeiten für die neue Tay-Brücke sind nunmehr soweit vorgeschritten, dass mit dem Bau derselben begonnen werden kann. Das Project ist vom Civil-Ingenieur Mr. W. H. Barlow ausgearbeitet. Die Ausführung hat die Firma William Arrol & Co. zu Glasgow übernommen. Die neue Brücke liegt 18,28^m westlicher als das alte, zu so trauriger Berühmtheit gelangte Bauwerk; die Fahrbahn ist 3,35^m tiefer angeordnet als bei der früheren Construction. Die Brücke hat 85 Oeffnungen und eine Gesammtlänge von 3205,19^m. Vom nördlichen Ende beginnend sind zunächst vier Oeffnungen mit massiven Bogen überspannt; die folgenden 24 Oeffnungen, deren Weiten zwischen 37^m und 44,15^m variiren, zeigen schmiedeiserne Parallelträger mit oben liegender Fahrbahn. Sodann folgen 13 Oeffnungen mit Spannweiten von 69,19^m bis 74,75^m. Für den Ueberbau sind Halbparabelträger mit unten liegender Fahrbahn gewählt. Die folgenden 37 Oeffnungen mit Spannweiten von 21,64^m bis 49,45^m zeigen wieder Parallelträger mit oben liegender Fahrbahn; sodann kommen 2 Oeffnungen mit Bogenconstructionen, 4 Spannweiten mit Parallelträger und schliefslich eine Oeffnung von 30,45^m Weite mit Halbparabelträger. Die Pfeiler, soweit dieselben eisernen Ueberbau tragen, sind folgendermafsen construirt: Zwei schmiedeiserne Cylinder werden neben einander versenkt und mit Cementconcret ausgefüllt; dieselben reichen ungefähr bis zur Niedrigwasserlinie. Bei den Pfeilern 28 bis 41 bestehen diese Cylinder aus einem unteren Theile von 7^m und einem oberen Theile von 5^m Durchmesser. Die Entfernung der Cylinder von Mitte zu Mitte ist 9,75^m. Diese Cylinder tragen einen massiven Unterbau, welcher über Hochwasser geschlossen ist; durch denselben wird die Verbindung der beiden Cylinder hergestellt. Auf dem Unterbau erheben sich die eigentlichen Pfeiler. Dieselben sind aus schmiedeisernem Sparrenwerk und Eisenblech construirt. Die Pfeiler

bestehen aus zwei getrennten Säulen von $4{,}42^m$ Durchmesser, welche an ihrem oberen Ende vereinigt sind. Man erkennt, dass das für die alte Tay-Brücke so verhängnisvolle Gusseisen bei den Pfeilerbauten der neuen Brücke vollständig vermieden ist. Die Montage der Träger geschieht von eisernen Laufstegen aus, welche zwischen den Pfeilern eingebaut werden. Es sind drei solcher Laufstege vorhanden; während zwei derselben in Benutzung sind, wird immer der dritte zur folgenden Brückenöffnung transportirt und hier wieder eingebaut. (Engineer 1881, II. Semester, S. 329, 350 und 386. Engineering 1881, II. Semester, S. 550.) Krohn.

Werkzeugmaschinen.

Ingenieur Aug. Rößler hat einen Apparat zum Schleifen der Innenwände cylindrischer Maschinentheile construirt, der für Stücke, die gehärtet sind und genau hergestellt werden sollen, z. B. die Augen von Excenterstangen, sehr empfehlenswerth scheint.

Der Apparat, der auf dem Support einer Drehbank festgespannt wird, besteht aus einer Spindel A, die etwa 20 Umdrehungen pro Minute macht und mit der eine zweite Spindel B so verbunden ist, dafs B excentrisch gestellt werden kann. Auf B rotirt eine Büchse C, welche die Schleifscheibe D trägt.



Es sind 2 Bewegungen, die mit zwei Riemen von aufsen her unabhängig von einander hervorgebracht werden, erstens die Bewegung der Spindel A mit 20 Touren pro Minute zur Ortsveränderung des Werkzeuges, zweitens die Bewegung der Büchse C zur Rotation der kleinen Schmirgelscheibe mit der üblichen Umfangsgeschwindigkeit von 20 bis 25^m pro Secunde. Die Bewegung von A erfolgt durch die Antriebscheibe E, die excentrische Stellung von B wird herbeigeführt durch Verschiebung der Platten F und G gegen einander, indem G durch die Schraube a um den Zapfen b gedreht wird. Die Bewegung der Büchse B geschieht durch die Antriebscheiben c, d, e, f, g.

Das auszuschleifende Auge wird auf der Planscheibe der Drehbank so befestigt, dafs seine Mittellinie genau mit der Achse von A zusammentrifft, und zwar geschieht das Centriren, indem in C, nachdem B vorher centrisch gestellt worden, eine abgekröpfte Reifsnadel eingesteckt wird.

Nützliche Verwendung wird der Apparat auch finden, um einseitig ausgelaufene Augen oder Büchsen wieder zu egalisiren und zu centriren. (Wochenschr. d. österr. Ing.- u. Architekten-Vereines. 1882.) A. G.

Litteratur.

Reuleaux, Der Constructeur. Ein Handbuch zum Gebrauche beim Maschinenentwerfen. Vierte umgearbeitete und erweiterte Auflage. Erste Lieferung. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn. 1882.

Die neue Auflage des weithin verbreiteten Buches bewahrt dessen bisherigen Charakter; an Umfang wird dasselbe, soweit die vorliegende erste Lieferung ein Urteil gestattet, wesentlich gewinnen.

Im ersten Abschnitte findet sich die Festigkeit der Materialien behandelt. Der Standpunkt, dass im Maschinenbau die Regel gelte (S. 2), als zulässige Anstrengung des Materials die Hälfte der Spannungen zu nehmen, welche der sogenannten Elasticitätsgrenze entsprechen, dürfte heute wohl kaum mehr haltbar sein. In den 13 Jahren, welche seit Erscheinen der dritten Auflage (1869) verflossen sind, ist auf dem Gebiete der Festigkeit der Materialien sehr viel und nicht ohne Erfolg gearbeitet worden. Wir nennen nur die Namen Wöhler, Bauschinger. Der Verfasser würde den Werth seines Werkes sicher erhöht haben, wenn er diese Arbeiten, wenn auch nur kurz, erwähnt hätte.

Vermehrt ist das Capitel über die Festigkeit der Gefäfswände durch eine Besprechung derjenigen Spannungsverbindungen, welche durch Warmaufziehen oder durch Aufpressen von Hohlcylindern hergestellt und die hier unter dem Namen »Zwängungsverbindungen« eingeführt werden. Der auf S. 59 und 60 gegebenen Berechnung dieser Verbindungen kann ein eigentlicher Werth schon deshalb nicht zuerkannt werden, weil sie auf die Compression des Materials an der Innenfläche des Hohlcylinders keine Rücksicht nimmt. Eine schätzenswerthe Bereicherung hat das Capitel über die Berechnung der Federn erfahren.

Der zweite Abschnitt enthält die Hülfslehren der Graphostatik in der Hauptsache ganz so, wie die dritte Auflage. Im dritten Abschnitte folgt dann die Construction der Maschinenelemente, von denen behandelt werden die Nietungen, die Zwängungen, worunter die bereits oben erwähnten Spannungsverbindungen zu verstehen sind, die Keilungen, d. s. Keilverbindungen, die Schrauben und Verschraubungen, die Zapfen, Zapfenlager, Lagerverbindungen oder Lagerstühle, Achsen und Wellen. Von der früheren Auflage unterscheidet sich die vorliegende durch andere Anordnung sowie durch bedeutende Ergänzung des Stoffes. In eine detaillirte Besprechung der Maschinenelemente kann verständiger Weise erst eingetreten werden, wenn das Werk vollständig erschienen sein wird. Inzwischen sei der vorliegende Theil, welchen der Verleger — wie früher — sauber ausgestattet hat, der Beachtung der Fachgenossen empfohlen. B.

Die Felda-Bahn. Schmalspurige Secundärbahn im Grofsherzogtum Sachsen-Weimar. Herausgegeben von der Locomotiv-Fabrik Kraufs & Co., München. Verlag von Th. Ackermann.

Von dem Chef der genannten Fabrik ist unter obigem Titel eine Arbeit veröffentlicht, die mit Recht als ein Lehrbuch für Anlage von Schmalspurbahnen bezeichnet werden könnte. Die heute in allen Kreisen so eifrig ventilirte Frage der Vicinalbahnen findet hier ein solch schätzenswerthes Material zusammengetragen, dass es geboten erscheint, auf dieses Werk näher einzugehen.

Das am Nordabhange der Rhön sich hinziehende sogenannte Eisenacher Oberland entbehrte eines Schienenweges um so schmerzlicher, als ein Theil dieses Landes früher von der Poststrafse Leipzig-Frankfurt durchzogen wurde, deren Eingehen manchen empfindlichen Verlust im Gefolge hatte. Viehzucht und Landwirthschaft gingen von Jahr zu Jahr zurück, die geringe Industrie wurde fast unmöglich und mit zunehmender Verarmung streckte das Wuchertum seine verderbenbringenden Polypenarme immer weiter unter der bedauernswerthen Bevölkerung aus. Die Regierung des Grofsherzogtums erkannte mit voller Klarheit, dass nur durch Hineinziehung dieses Landestheiles in das segenbringende Eisenbahnnetz nachhaltige und wirksame Abhilfe zu schaffen sei. Mehrere Bahnprojecte wurden ausgearbeitet, aber diese stellten sich alle als zu theuer und wegen des voraussichtlich

nur schwachen Verkehrs als durchaus unrentabel heraus. Eine normalspurige Secundärbahn mit eigenem Bahnkörper war also unausführbar. Nachdem dieses erkannt war, trat man dem vom Baurath Hostmann in Vorschlag gebrachten Project einer schmalspurigen Strafsenbahn näher. Die Regierung war entschlossen, diese Bahn aus Staatsmitteln zu erbauen, wünschte aber den Betrieb an einen Unternehmer zu vergeben, ohne eine Garantie für Deckung der Betriebskosten zu übernehmen, und doch gipfelten gerade hierin die Hauptbedenken. Nach mehrseitigen Verhandlungen erklärte sich die Locomotivfabrik Kraufs & Co. nicht allein bereit, den Betrieb für eigene Rechnung zu übernehmen, sondern auch, die Bahn selbst für eine bestimmte Summe zu erbauen. Die Grofsherzogliche Regierung verlangte von den Localinteressenten die freie Ueberlassung des Grund und Bodens für den Bahnbau und einen Beitrag von 60000 ℳ à fonds perdu. Nachdem alle diese financiellen Vorbereitungen getroffen waren, wurde im Jahre 1878 die Hand an ein Werk gelegt, welches ohne Nebenabsichten ins Leben gerufen nur dazu bestimmt war, einem ganzen Landstriche als Träger und Förderer geistiger und wirthschaftlicher Cultur zu dienen.

Der für die Felda-Bahn erforderliche Anschluss an eine Hauptbahn wurde in Salzungen, der Station der Werra-Eisenbahn, bewirkt. Diese Eisenbahngesellschaft kam, wie das aus dem dem Werke angeschlossenen Vertrage ersichtlich ist, den Interessen der Felda-Bahn in der allerloyalsten Weise entgegen, und dieses verdient als rühmliches Beispiel dankbare Anerkennung.

Bei Bestimmung der Spurbreite sprach für die Normalspur, und die Breite der vorhandenen Strafse gestattete diese, der Umstand, dass dann die Wagen der Hauptbahn ohne weiteres übergehen konnten. Sollte dieses jedoch ermöglicht werden, so musste auch der vorgeschriebene Minimal-Curvenradius innegehalten werden, und das ist für eine Strafsenbahn schlechterdings unmöglich. Der einzige Umstand also, welcher für die Normalspur sprach, war nicht zu erfüllen, eine Umladung der Güter musste stattfinden, und nachdem man sich mit diesem Gedanken vertraut gemacht hatte, musste die Schmalspur schon wegen des bedeutend geringeren Anlagekapitals und wegen der Vortheile, welche aus dem Transporte des bedeutend leichteren Betriebsmaterials entstehen, gewählt werden. An einem Zahlenbeispiel zeigt der Verfasser dann, wie wenig ins Gewicht fallend das bei Schmalspurbahnen stets als Popanz hingestellte Umladen der Güter gegenüber dem geringeren Baukapital ist. In diesem speciellen Falle und wenn die Umladekosten kapitalisirt werden, würden bei einer nur 10 km langen Strafsenbahn sich die Kosten für Normal- und Schmalspur die Wage halten. Hieraus ergiebt sich also, dass die Länge einer Bahn neben der Gestaltung des Terrains ein wesentlicher Factor für die Bestimmung der Spurweite ist.

Die Spurweite von 1 m wurde als die zweckmäfsigste angenommen. Der Verfasser betont jedoch, dass die Frage »Normal- oder Schmalspur« nur von gewiegten Fachleuten in jedem besonderen Falle besonders abzuschätzen sei; allgemein gültige Regeln darüber seien nicht aufzustellen. Wenn auch eine Bahn mit Normalspur eben so billig betrieben und nach denselben ökonomischen Principien verwaltet werden könne, wie die Schmalspurbahn, so sei doch zu befürchten, dass bei Anlage normalspuriger Secundärbahnen die erforderliche bestimmte Individualisirung eines solchen Unternehmens ausgeschlossen und der nach der Schablone ausgebildete Bureaukratismus unserer Vollbahnen sich auch hier übertrage und dadurch die segenbringende Entwickelung der Secundärbahnen bedeutend verlangsamt werde. Eigenes Betriebsmaterial sei aufserdem für jede Secundärbahn erforderlich, auch wenn sie normalspurig sei, damit die Nebenlinie nicht in eine zu grofse Abhängigkeit von der Hauptbahn gerathe.

In einem besonderen Abschnitt empfiehlt der Verfasser dann die Annahme der 1 Meter-Spur bei den Schmalspurbahnen, indem er hervorhebt, dass diese gegenüber der 0,75 Meter-Spur bedeutende Vortheile in der stabileren Basis für die Fahrzeuge und in der besseren Ausnutzung des Raumes biete. Bei der nun folgenden Bestimmung der Fahrgeschwindigkeit wird von der täglichen durchschnittlichen Functionsdauer des Fahrpersonals, die hier zu 8 Stunden angenommen ist, ausgegangen. (Diese Zeit ist jedoch für genügende Ausnutzung des Personals als entschieden zu niedrig zu bezeichnen. Eine durchschnittliche Arbeitszeit von 10 bis 12 Stunden pro Tag liegt gewiss noch in den Grenzen der Billigkeit, und diese Zeit wird man bei secundärem Betriebe auch mit aller Sicherheit fordern dürfen.)

Die Geschwindigkeit der Züge wird dann so bestimmt, dass das Personal eine dem zu erwartenden Verkehr angemessene Anzahl Male die Strecke täglich befahren kann.

Die Züge der Felda-Bahn haben eine zulässige Geschwindigkeit bis 30 km, und die Gesammtbahnlänge der Bahn beträgt 44089 m. Hiervon liegen 59 pCt. oder 26176 m auf der vorhanden gewesenen Strafse und 41 pCt. oder 17913 m sind auf eigenem Planum verlegt. Auf der Horizontalen liegen nur 10139 m und in Steigungen 33950 m. Dieses an sich schon ungünstige Verhältnis wird noch verstärkt dadurch, dass von den 33950 m in Steigungen 17806 m in solchen von 1 bis 4 pCt. liegen. Dass hierbei viele Brechpunkte und verlorene Steigungen inbegriffen sind, ist wohl klar.

Ganz besonders auffällig ist diejenige Bahnstrecke, welche die gröfste Steigung von 1 : 25 aufzuweisen hat. Es muss unstatthaft erscheinen, dass diese wenn auch nicht sehr lange Strecke mit solch bedeutender Steigung ausgeführt wurde, besonders, da im übrigen Steigungen über 1 : 37 nicht bemerkt wurden und die gröfste in Aussicht genommene Steigung nur 1 : 40 betragen sollte. Jetzt ist man offenbar gezwungen, die Zugcomposition stets nach dieser einen stärksten Steigung zu wählen, wodurch die Leistungsfähigkeit der ganzen Bahn erheblich geschädigt ist.

An Curven ist die Felda-Bahn, wie dieses bei einer ausgesprochenen Strafsenbahn auch zu erwarten ist, sehr reich. Von der Gesammtbahnlänge liegen 36 pCt. oder 15905 m in Curven, demnach verbleiben für die Gerade nur 64 pCt. oder 28184 m. Die kleinste gerade Strecke zwischen 2 Curven beträgt nur 7 m und in einem besonderen Falle war die Bauführung gezwungen, aus einer Curve von 600 m Radius in eine solche von 450 m Radius ohne Zwischengerade überzugehen. Für den Betrieb sollen Schwierigkeiten hieraus nicht entstehen.

Eines der interessantesten Capitel des Werkes behandelt die Baukosten der Felda-Bahn. Insgesammt betrugen diese 1020000 ℳ. Auf die 26,2 km lange Strafsenbahn entfallen hiervon 445000 ℳ, während die 17,9 km Verlegungen 575000 ℳ kosteten, trotzdem, wie schon bemerkt, der Grund und Boden von den Betheiligten frei geliefert wurde. Obige Kosten auf den Kilometer berechnet ergeben, dass derselbe, als Strafsenbahn ausgeführt, 17000 ℳ und mit eigenem Bahnkörper 32100 kostete, d. h. die Strafsenbahnanlage hat gegenüber der Verlegung 47 pCt. erspart. Deutlich lassen diese Zahlen erkennen, von welcher hervorragenden Wichtigkeit es für die Rentabilität solcher Secundärbahnen ist, wenn denselben die Geleiseverlegung in die öffentliche Strafse im weitesten Mafse gestattet wird. Für die weitere Entwickelung dieser Bahnen untergeordneter Bedeutung ist es daher nur dringend zu wünschen, dass man sich von dem Vorurteile gegen Dampfkraft auf der freien Strafse endlich frei mache und diese in entgegenkommender Weise solchen Bahnunternehmungen zur Benutzung freigebe.

Hinsichtlich der Baulichkeiten will es uns erscheinen, als wenn sich hauptsächlich an dem Titel »Brücken und Bahnhöfe« verschiedenes hätte einfacher und dadurch billiger halten lassen, denn, um mit dem Verfasser zu reden: es muss grundsätzlich bei einer Secundärbahn allüberall und bei jedem Titel die gröfstmögliche Sparsamkeit walten, wenn ein harmonisches Ganze mit gutem Erfolge geschaffen werden soll.«

Der Oberbau der Felda-Bahn ist nach dem Hartwich-System ausgeführt, also mit directem Auflager des Schienenfufses auf die Bettung. Für Strafsenbahnen ist diese Construction die einzig richtige, und daher ist es zu bedauern, dass der Unternehmer gezwungen wurde, am Schienenstofs eine eichene Stofsschwelle unterzuziehen. Eine solche Anordnung ist deshalb so sehr verwerflich, weil durch die Stofsschwellen feste Punkte in das Geleise gebracht werden, welche den Reparaturen Thür und Thor öffnen. Wählt man die Laschenconstruction richtig, d. h. derartig, dass der Stofs annähernd dasselbe Widerstandsmoment bekommt wie der volle Schienenquerschnitt, so schliefst dieses jede Subconstruction aus.

Für den Schienenkopf hat der Verfasser das unsymmetrische Profil gewählt und zur Ausführung gebracht. Die Lauffläche des Kopfes der senkrecht stehenden Schiene ist nach der Innenseite des Geleises um 1 : 30 geneigt. Diese Anordnung stammt unseres Wissens von **Daelen** her und der Verfasser empfielt eine solche Anordnung schon im Organ für die Fortschr. d. Eisenbahnw. von 1866. Die Bandage wird nach der Schienenneigung konisch gedreht, und dadurch hofft der Verfasser eine grofse Berührungsfläche, also geringe Abnutzung der Schienen und Bandagen zu erzielen. Es wird angegeben, dass der jetzige Zustand der Schienen der Felda-Bahn unzweifelhaft erkennen lasse, dass die gewählte Kopfform die richtige sei. Dem Referenten erscheint die Zeit, während welcher die Felda-Bahn im Betriebe ist, noch viel zu kurz, um eine solche Angabe nicht als etwas zu hoffnungsvoll zu bezeichnen. Ist es wirklich zu erreichen, dass die Schiene mit der richtigen Kopfneigung verlegt wird (uns erscheint dieses, ohne Anwendung von Querschwellen, fast unmöglich), dass sich also theoretisch die Lauffläche der Schiene und die Bandage ganz berühren, so ist die beim wirklichen Befahren eintretende elastische Durchbiegung der Schiene genügend, um die oben angenommene theoretische Berührung zwischen Schiene und Bandage in Wirklichkeit nicht zu Stande kommen zu lassen, und würde der angenommene Fall dennoch eintreten können, so müsste zwischen Rad und Schiene, wegen der verschiedenen Durchmesser der Bandage, ein Schleifen eintreten, welches die Berührungsflächen beider Theile bald berichtigen würde.

Die zur Verlegung gelangte Schiene hat eine Höhe von 130^{mm}, die Kopfbreite beträgt 40^{mm} die Stegstärke 9^{mm}, die Fufsbreite 100^{mm} und das Gewicht pro laufenden Meter beträgt $21{,}5^{kg}$, incl. Verlaschung erhöht sich letzteres auf $22{,}9^{kg}$. Die Spurhalter sind aus 20^{mm} starkem Rundeisen hergestellt und in Schienenmitte angeordnet.

Hartwich versetzt die Spurhalter gegen Kopf und Fufs, und diese Anordnung muss als verständiger bezeichnet werden, weil damit einem Kanten der Schienen weit besser vorgebeugt wird, zumal bis heute ausreichende Versuche über den Seitenschub bei den vorliegenden Verhältnissen gänzlich fehlen. In den Curven unter 80^{m} Radius hat sich denn auch eine beständige Spurerweiterung herausgestellt, so dass es erforderlich wurde, in den äufseren Strang Vollbahnschienen einzuziehen. Bei einer wirklich zuverlässigen Spurhalteconstruction hätte man gewiss beides vermeiden können.

Auf eigenem Planum musste die Schiene auf fichtenen Querschwellen verlegt werden, weil hier der Boden nicht fest genug war, um den Druck der Schiene ohne weiteres zu übernehmen. Die in Form von Schleppweichen construirten Ausweichungen haben sich gut bewährt.

Die Felda-Bahn besitzt 6 Stationen und 12 Haltestellen. Die Stationsgebäude sind theils massiv, theils in Fachwerk ausgeführt. Von den Haltestellen besitzen 2 eigene Baulichkeiten, die übrigen sind nur durch Tafeln bezeichnet. Locomotivschuppen befinden sich an beiden Endpunkten der Bahn. Die Betriebsmittel bestehen aus 3 Tenderlocomotiven nach dem bewährten System **Kraufs** und aus im ganzen 26 Güter- und Personenwagen.

Wagen und Locomotiven besitzen je einen Buffer an jedem Ende und werden durch Ketten, welche sich zu jeder Seite des Buffers befinden, gekuppelt. Das Zusammenziehen der Wagen wird in sinnreicher Weise durch ein dreieckig geformtes Kettenglied ermöglicht. Schraubenkuppelung wird nicht verwendet.

Die Wagen sind zweiachsig und haben einen Radstand von $2{,}3^{m}$. Die Locomotiven haben 3 Achsen mit einer Entfernung von 900^{mm}. Das Dienstgewicht derselben beträgt $14{,}75^{t}$ und die effective Zugkraft auf der horizontalen $20{,}30^{kg}$. Nimmt man die Zugcomposition derartig, dass das Gewicht etwa 50^{t} beträgt, so dürften damit die Maschinen auf der vorkommenden stärksten Steigung von 1 : 25 bis zur Grenze ihrer Leistungsfähigkeit in Anspruch genommen werden. Die Betriebsmittel, vom Pächter der Bahn geliefert, stellen ein Kapital von 125 974 *M.* dar. Eingeschlossen in dieser Summe ist eine Werkstatteinrichtung.

Bei Einrichtung des Betriebes wurde ganz dem besonderen Charakter der Bahn angemessen verfahren. Alles Hergebrachte und Schablonenhafte wurde über Bord geworfen und dadurch sind Betriebsresultate erzielt worden, die glänzend und überraschend zugleich sind. Am Ende des vorliegenden Werkes finden sich dieselben übersichtlich zusammengestellt und mit denen anderer Secundärbahnen verglichen. Durchaus zu Gunsten der Felda-Bahn fällt dieser Vergleich aus. Bei dieser betrugen die Ausgaben im Betriebsjahre 1880/81 berechnet auf den Nutzkilometer 64,98 *M* gegenüber der $9{,}036^{km}$ langen Bahn Fröttstedt-Friedrichroda mit 143,65 *M.*, der $8{,}350^{km}$ langen Bahn Eisenberg-Crossen mit 142,00 *M.* und der $78{,}3^{km}$ langen Westholsteinischen Bahn mit 114,68 *M.* Die 3 letztgenannten Bahnen sind allerdings solche mit Normalspur. Es würde interessant sein, eine Vergleichung mit einer Schmalspurbahn daneben zu haben, obgleich die Spurweite allein einen so bedeutenden Unterschied in den Ausgaben nicht bedingt.

Die Felda-Bahn hat jedenfalls das Vertrauen im vollsten Mafse gerechtfertigt, welches ihr Erbauer in sie gesetzt hatte, als er sein neues Werk begann, und der wärmste Dank aller betheiligten Kreise gebührt ihm für sein selbstloses Bestreben, dem Wohlstande neue Bahnen zu schaffen. Denn sehr wohl ist sich der Unternehmer bewusst gewesen, dass solche Anlagen einen grofsen Gewinn nie abwerfen können; aber ebenso gewiss ist derselbe überzeugt, dass dieselben, wenn zweckentsprechend gebaut und betrieben, segenbringend für das durch dieselben aufschlossene Land sind.

Diese Ueberzeugung hat die Felda-Bahn ins Leben gerufen, denn ohne **Kraufs** und dessen Hingebung zur Sache würde dieselbe wahrscheinlich noch heute — Project sein.

Gieseck e.

Zuschriften an die Redaction.

Bestimmung des Güteverhältnisses von Keil-Frictionsrädern von Ad. Ernst.

Unter obigem Titel enthält das Maiheft unserer Vereinsmonatsschrift einen Aufsatz, welchem der Verfasser bei Aufstellung der Formel

$$P \leqq \frac{\mu D}{\sin\frac{\alpha}{2} + \mu \cos\frac{\alpha}{2}}$$

die Bemerkung beifügt, dass diese Formel zuerst von Prof. **Hermann** in der 1 Abtheilung des 3. Theiles seiner »Ingenieur- und Maschinenmechanik« S. 266 aufgestellt worden sei und später nur noch in **Bach**'s Maschinenelementen (1881) Aufnahme gefunden habe. — Ich erlaube mir hierauf zu bemerken, dafs die gleiche Formel nicht nur in meiner Constructionslehre »Triebwerke« II. Auflage 1881 sich findet, sondern auch schon in der I. Auflage genannten Werkes (München, bei Fr. Bassermann, 1874) sich vorfand. — Diese Formel dürfte daher nicht gerade von Prof. **Hermann** in seiner Ingenieur-Mechanik (1876) zuerst aufgestellt worden sein, wie ich aber auch für mich nicht die Priorität in Anspruch nehme, da die gleiche Formel sicher auch vorher schon in Vorträgen über Maschinenbau benutzt worden ist.

Karlsruhe, 22. Mai 1882. **K. Keller**, Prof.

Steuerung der Zwillingsfördermaschine auf Schacht Prosper.

Als Beitrag zur Geschichte der Expansionssteuerungen möchte ich die Notiz bringen, dass das an dieser Stelle im vorigen Hefte S. 296 besprochene Steuerungssystem schon im Jahre 1857 von der Maschinenfabrik **C. Waltjen** in Bremen bei den Maschinen des dem Norddeutschen Lloyd gehörigen Schleppdampfers Vulcan angewandt worden ist. Diese Maschinen, deren Zeichnung mir vorliegt, waren schräg, fast horizontal liegende von $1{,}22^{m}$ Hub und $0{,}71^{m}$ Cylinderdurchmesser. Die Luftpumpen lagen direct hinter den Dampfcylindern.

Aachen, den 20. Mai 1882. **J. Lüders.**

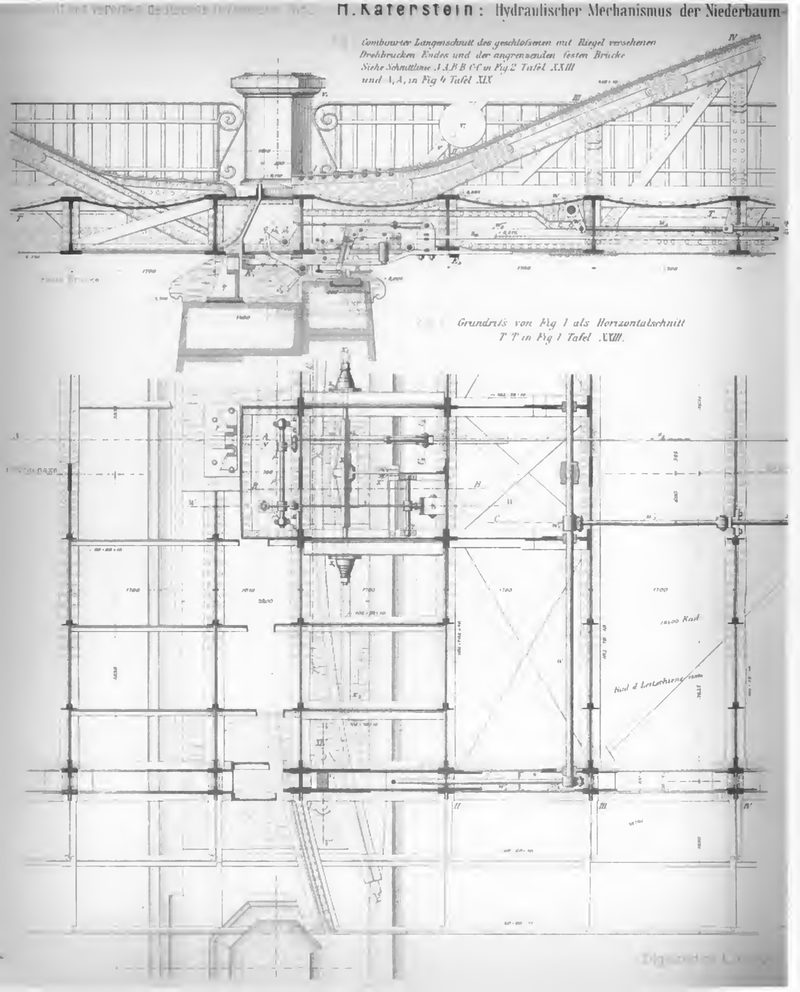
Mittheilung der Redaction.

Zur neueren Theorie der Dampfmaschine und des Dampfverbrauches. Von J. Lüders in Aachen.

Wir machen die verehrl. Leser dieses Blattes darauf aufmerksam, dass demnächst die Fortsetzung dieses im Maihefte begonnenen Aufsatzes folgen wird. Die Redaction.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 45/46.

H. Katerstein: Hydraulischer Mechanismus der Niederbaum-



Drehbrücke in Hamburg. Nach dem Entwurf von Wilh. Vollhering ausgeführt.

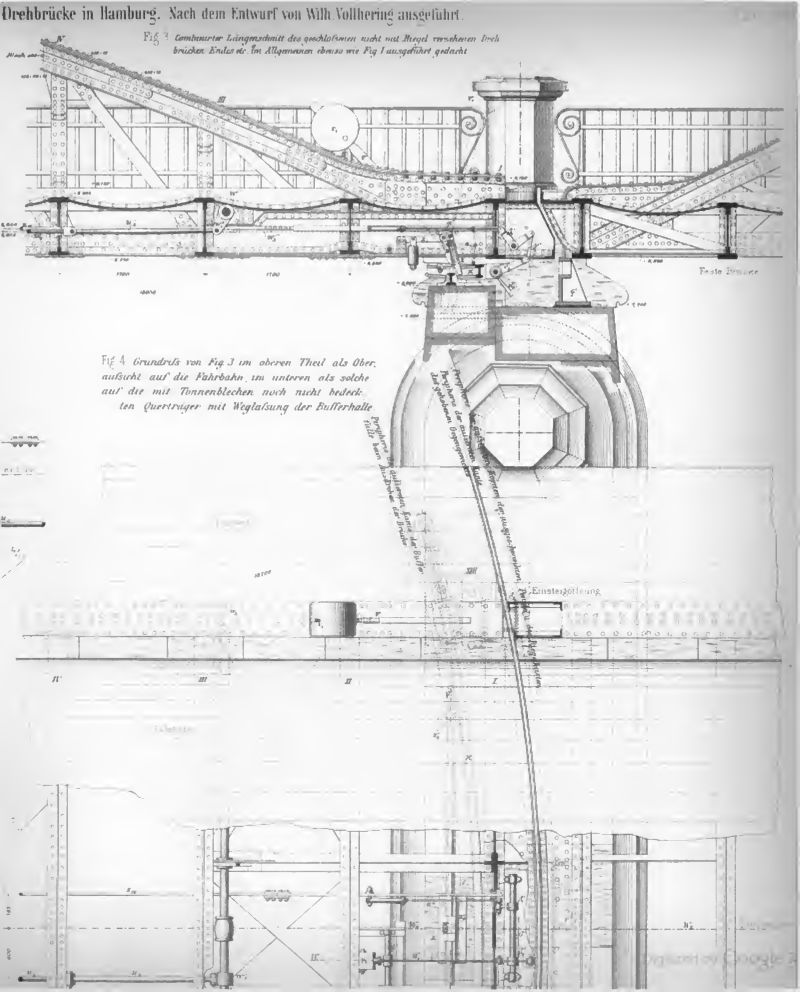


Fig. 3. Combinirter Längenschnitt des geschlossenen nicht mit Riegel versehenen Drehbrücken Endes etc. Im Allgemeinen ebenso wie Fig. 1 ausgeführt gedacht.

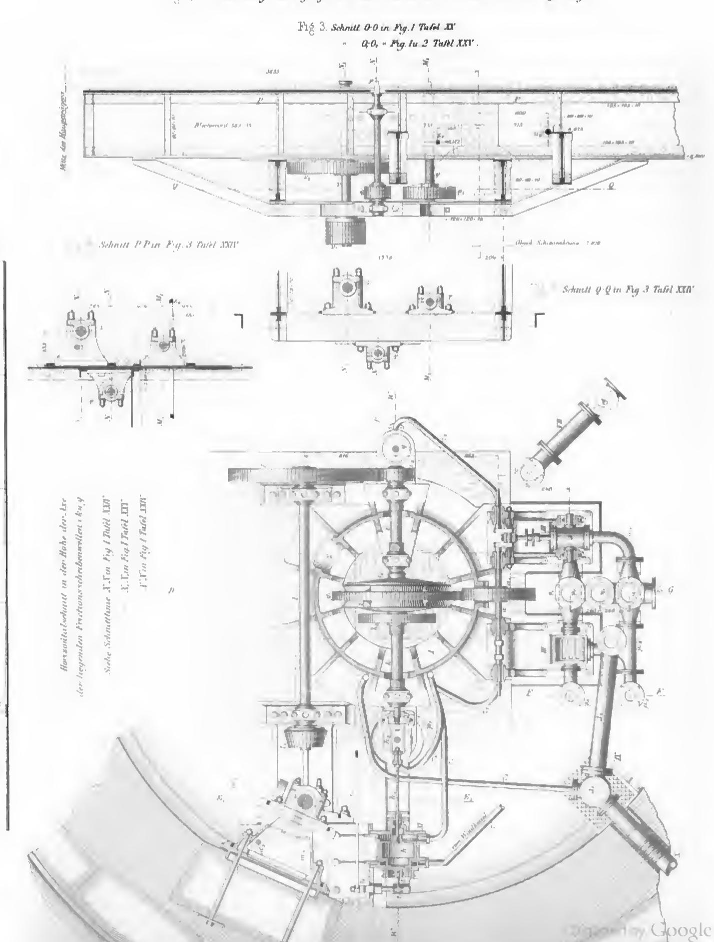
Fig. 4. Grundriss von Fig. 3 im oberen Theil als Oberaufsicht auf die Fahrbahn, im unteren als solche auf die mit Tonnenblechen noch nicht bedeckten Querträger mit Weglassung der Bufferhalle.

H. Käferstein: Hydraulischer Mechanismus der Niederbaum-Drehbrücke in Hamburg.

Nach dem Entwurf von Wilh. Vollhering ausgeführt.

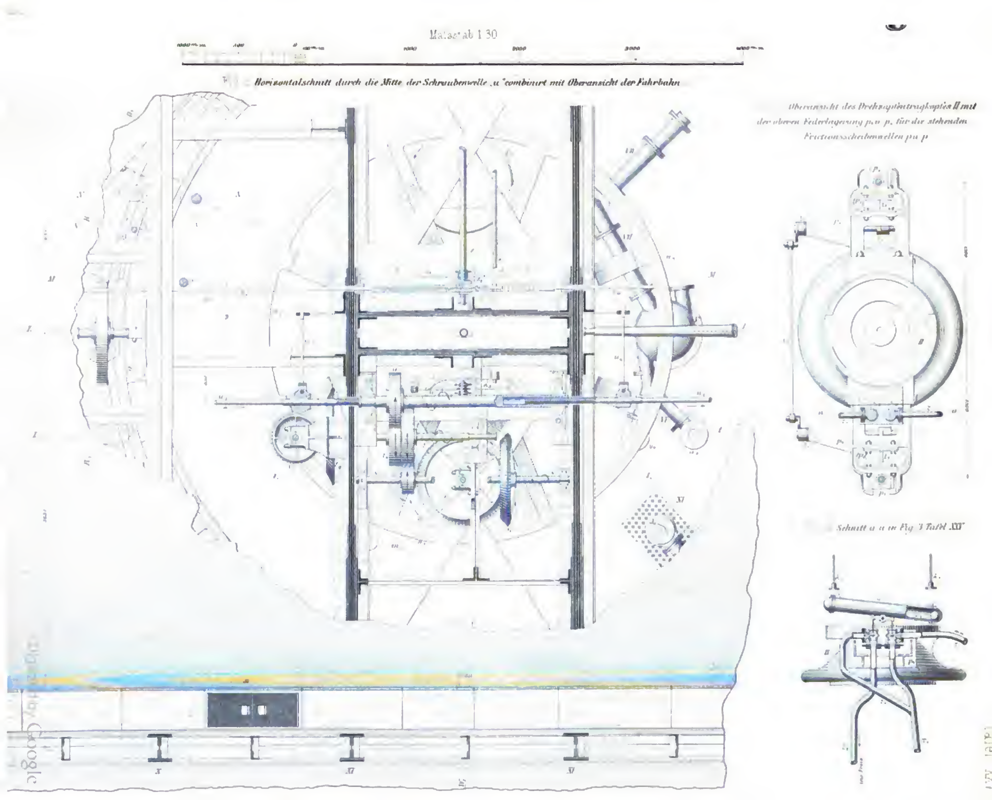
Fig. 1 Querschnitt durch die Mitte der Drehbrücke, des Drehpfeilers, des Tragkegels I u. des Drehzapfentragkopfes II etc.

Siehe Schnittlinie W W in Fig. 2, Tafel XXIV
" " $W_1 W_1$ in Fig. 1 u. Fig. 2, Tafel XXV
" " $W_2 W_2$ in Fig. 4, Tafel XXVI


Fig. 3, 4 u. 5 Anordnung des Vorgeleges für Handbetrieb zum Ausdrehen der Brücke am Querträger X.
Fig. 3. Schnitt O-O in Fig. 1 Tafel XX
" Q-O, " Fig. 1 u. 2 Tafel XXV.
Schnitt P-P in Fig. 3 Tafel XXIV
Schnitt Q-Q in Fig. 3 Tafel XXIV
Mafsstab
Horizontalschnitt in der Höhe der Axe der liegenden Friktionsscheibenwellen
Siehe Schnittlinie
Digitized by Google

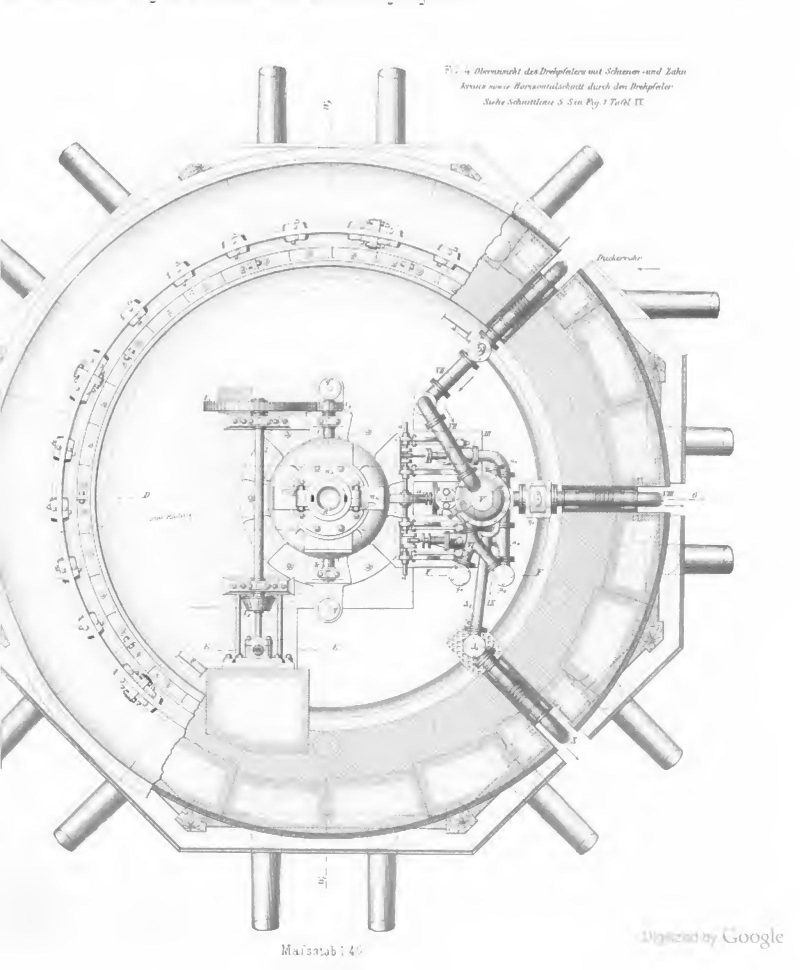
H. Kaferstein: Hydraulischer Mechanismus der Meerbaum-Drehbrücke in Hamburg.
Nach dem Entwurf von Wilh Vollhering ausgeführt.

Fig. 1. Combinirter Langenschnitt durch die Eisenconstruction und den Drehpfeiler, sowie durch den Umsteuerungs-Apparat mit Windkessel u. den Wolkermotor.
Siehe Schnittlinie I I u. I. I. in Fig 2. Tafel XXV.
D G in Fig 4 Tafel XIV u. in Fig 2 Tafel XXIV


Tafel XXI
Maassstab 1:30
Horizontalschnitt durch die Mitte der Schraubenwelle „u" combinirt mit Oberansicht der Fahrbahn
Oberansicht des Drehzapfentragkopfes II mit der oberen Federlagerung p_1 u. p_2 für die stehenden Frictionsscheibenwellen p_1 u. p_2
Schnitt u u in Fig. 3 Tafel XXI
Digitized by Google

H. Käferstein: Hydraulischer Mechanismus der Niederbaum

Drehbrücke in Hamburg. Nach dem Entwurf von Wilh. Vollhering ausgeführt.



ZEITSCHRIFT

DES

VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1882. Band XXVI. Heft 7. Juliheft.

Hydraulischer Mechanismus der Niederbaum-Drehbrücke in Hamburg.

Nach dem Entwurfe von Wilh. Vollhering ausgeführt; bearbeitet von **H. Käferstein**, Ingenieur und Constructeur der Drehmechanik.

(Hierzu Tafeln XIX, XX, XXIII, XXIV, XXV und XXVI.)

(Fortsetzung von Seite 302.)

Beschreibung der Drehbrückenmechanik.

1. Mechanismus für Maschinenbetrieb.

Der Maschinenbetrieb der Drehbrücke erfolgt durch die beiden im Drehpfeiler aufgestellten verkuppelten Wassermotoren III und III' (s. Fig. 1 Tafel XX, Fig. 4 Tafel XXVI, Fig. 2 Tafel XXIV und Fig. 1 Tafel XXV), für welche das Druckwasser aus dem auf der Baumwallseite liegenden Leitungsrohre *A* der Stadtwasserkunst (Fig. 2 Tafel XIX) entnommen wird. In dem Zustande der Verunreinigung durch Muscheln u. s. w. kann es jedoch nicht ohne weiteres für vorliegenden Zweck gebraucht werden; es tritt deshalb zunächst in einen Siebkasten *B*, der allwöchentlich gereinigt wird. In einem Rohre *C* von 145^{mm} Durchm. wird das Wasser alsdann durch die Consolen des westlichen Trottoirs der nördlichen festen Brücke nach dem nördlichen Strompfeiler geleitet und von da mittelst eines 2^{m} unter Flusssohle gelegten schmiedeisernen Dückerrohres von 125^{mm} Durchm., an welches sich das Rohr VII (s. Fig. 4 Tafel XXVI und Fig. 2 Tafel XXIV) anschliefst, in den Drehpfeiler eingeführt. Im Drehpfeiler tritt das Druckwasser, wie aus Fig. 4 Tafel XXVI, Fig. 1 Tafel XX und Fig. 1 Tafel XXV zu ersehen ist, zunächst durch das Rohr VII in den Windkessel V, von welchem es in den Umsteuerungsapparat IV gelangt. Der Umsteuerungsapparat besteht aus einem mit Eingangs- und Ausgangskanälen versehenen Cylinder, welcher einen an der Kolbenstange *b* befestigten Kolben besitzt. Dieser Kolben ist ein entlasteter, weil er sowohl durch das zugeleitete Druckwasser stets gleichzeitig vorn und hinten, also von seinen beiden Aufsenseiten her, ebenso wie durch das abzuleitende Wasser von seinen beiden Innenseiten her ganz gleich belastet wird. Die Kolbenstange *b* steht mit einem Hebelzuge *cde* in Verbindung, von welchem die verticale stählerne Steuerstange *d* (s. Fig. 1 Tafel XXIV und Fig. 1 Tafel XX) durch den Drehzapfen n_1 und dessen Spurpfanne n_2 hindurchgeht.

Damit die Kanäle beim Steuern des Umsteuerungskolbens nicht plötzlich geöffnet und geschlossen werden können, wodurch leicht Wasserschläge entstehen würden, ist am hinteren Cylinderdeckel des Umsteuerungsapparates ein kleiner Bremscylinder *A* angebracht, in welchem ein an der verlängerten Kolkenstange befestigter Kolben sich bewegt.

Der Winkelhebel *e* besteht in seinem verticalen Schenkel aus einer Scheide für den Einsteckhebel *f*, welche sich in Führungsbügeln bewegen lässt, die an der mittleren Strafsenkappe befestigt sind, und welche für die mittlere in Fig. 1 Tafel XX gezeichnete Stellung des Umsteuerungskolbens und des Hebelzuges, bei welcher das Druckwasser abgesperrt ist, mit Klinkvorrichtung zur Feststellung des Winkelhebels *e* versehen sind. Das Steuern des an der Kolbenstange *b* befestigten Umsteuerungs- und Einlasskolbens erfolgt von dem betreffenden Brückenwärter mittelst des Einstecksteuerhebels *f*, indem er denselben nach Aufheben des Deckels der mittleren Strafsenkappe in die Scheide des Winkelhebels *e* hineinsteckt und dann die Klinkvorrichtung aushebt. In der in Fig. 1 Taf. XXV gezeichneten Stellung ist die stählerne Kolbenstange *d* gesenkt und der entlastete Kolben zurückgeschoben. Das Druckwasser tritt, wie die Pfeilrichtungen angeben, auf der vorderen Seite des Kolbens durch den Kanal ψ und durch das nach beiden Wassermotoren III und III' konisch sich verengende ⊥-Rohr ψ_1 (siehe Fig. 2 Tafel XXIV) in die beiden Schmid'schen Wassermotoren III und III' ein, welche mit den rechtwinklig gegeneinander gestellten Kurbeln der gemeinschaftlichen Welle *a* verkuppelt sind und diese treiben.

Die Wassermotoren sind von dem Erfinder derselben, dem Fabrikanten A. Schmid in Zürich, geliefert und haben 160^{mm} Durchm., 200^{mm} Kolbenhub, machen bei normalem Gange 90 Touren pro Minute, wobei sie die Brückenlast von rot. 300 Tonnen mit der verlangten Umfangsgeschwindigkeit von 0,7^{m} pro Secunde ausschwenken. Die Motoren haben in der Sohlplatte, welche den Schieberspiegel enthält, eine durchgehende seitliche Oeffnung, welche in dem mittleren Kanal endigt, der bei den Schmid'schen Motoren sonst gewöhnlich als Eintrittskanal dient, und eine nach hinten liegende Oeffnung, welche mit den beiden äufseren Kanälen des Schieberspiegels communicirt und sonst gewöhnlich den Ausströmungskanal bildet. Da in vorliegendem Falle erforderlich war, mit den Motoren wie bei Fördermaschinen, Locomotiven oder Dampfschiffsmaschinen je nach Belieben und Erfordernis ein Rechts- oder ein Linksdrehen der Kurbelwelle *a* bewirken zu können, so wurde hier durch Einschaltung des Umsteuerungsapparates IV die Einrichtung getroffen, die Functionen der

Ein- und Auslassöffnungen unter einander vertauschen zu können. Bei der in Fig. 1 Tafel XXV gezeichneten Stellung des Umsteuerungskolbens tritt also das Druckwasser, indem es den Kanal ψ und das ⊥-Rohr ψ_1 durchfliefst, durch die Seitenöffnungen und die mittleren Kanäle der cylindrisch gestalteten Schieberflächen in die um Zapfen oscillirenden Motorencylinder ein und giebt, indem es dabei seinen Druck auf die eine Seite der Motorenkolben ausübt, diese fortbewegt und somit auch die Kurbelwelle a in Umdrehung versetzt, die dem Druckwasser innewohnende Kraft zur Bewegung der Drehmechanik ab. Das auf der anderen Seite der Kolben der Motoren befindliche Wasser, dessen Druck- und Kraftausübung bereits verbraucht ist, gelangt durch die äufseren Kanäle der Schieberspiegel bezw. durch die in den Motorensohlplatten nach hinten liegenden Oeffnungen, indem es dabei (s. Fig. 2 Tafel XXIV) die Verbindungsknierohre und ⊥-Stücke μ_4, μ_2 und μ_1 durchströmt, zunächst in den Kanal μ des Umsteuerungsapparates, von da durch den Umsteuerungskolben in den Ausgangskanal η des Umsteuerungsapparates und von hier durch das Knierohr η_1, den offenen Absperrschieber η_2 und das Auslassrohr VIII, welches in den Elbstrom mündet, in die Elbe.

Bei der vorbeschriebenen Stellung des Umsteuerungskolbens, bei welcher also die durch den Drehzapfen geführte verticale Steuerstange d stets gesenkt ist, machen die Motoren eine Rechtsdrehung. Die Drehbrücke dreht dabei ebenfalls rechts aus, wenn man unter Rechtsausdrehen die Drehrichtung versteht, die der Zeiger einer Uhr macht. Beim Linksdrehen der Maschine und beim Linksausdrehen der Drehbrücke erhält der Umsteuerungskolben die entgegengesetzte Stellung, und ist dementsprechend die verticale Steuerstange d stets gehoben. Durch den Kanal μ des Umsteuerungsapparates, die Verbindungsröhren μ_1, μ_2 und μ_4, sowie durch die hinten liegenden Oeffnungen und die äufseren Schieberspiegelkanäle der Motoren erfolgt in diesem Falle der Eintritt des Druckwassers in die Motoren, und durch die inneren Schieberspiegelkanäle, die Seitenöffnungen der Motoren, das ⊥-Verbindungsrohr ψ_1 und durch die Kanäle ψ und η des Umsteuerungsapparates u. s. w. wird der Wasserabfluss bewirkt.

Auf der Motorenkurbelwelle a sitzt das Antriebsrad a_1 (s. Fig. 2 Tafel XXIV und Fig. 1 Tafel XXV, sowie auch Fig. 1 Tafel XX, Fig. 4 Tafel XXVI), welches in das Stirnrad g_1 (s. Fig. 1 Tafel XXIV) einer Welle g eingreift, welche quer durch den gusseisernen Tragkonus I gelegt ist, auf dem der Drehzapfentragkopf II ruht; dieser wiederum trägt die Spurpfanne n_2, in welcher der Drehzapfen n_1 sich dreht. Die Welle g ist mittelst der Kolbenstange h_1 mit dem Differentialkolben h (s. Fig. 1 u. 2 Tafel XXIV) eines liegenden hydraulischen Cylinders XI verbunden, durch den sie um circa 20^{mm} vor- und rückwärts geschoben werden kann, ohne dass die Stirnräder g_1 und a_1 dabei aufser Eingriff kommen. Rechts und links vom Rade g_1 sind auf die Welle g hohle gusseiserne Wellen i und k geschoben, welche unverschieblich in ihren Lagern ruhen. Auf den im Innern des Tragkegels I liegenden Enden dieser Hohlwellen stecken die beiden fest aufgespurten Frictionskonen i_1 und k_1, welche in die Gegenkonen passen, die beiderseits an das Stirnrad g_1 angegossen sind. Ist also durch den hydraulischen Kolben h die Welle g nach rechts verschoben und somit auch der an dem Rade g_1 angegossene Frictionskonus mit dem Frictionskonus i_1 verkuppelt, so wird sie bei ihrer Drehung die übergeschobene Welle i mitnehmen; dagegen die hohle Welle k, wenn sie nach links verschoben ist, indem dann der andere an dem Rade g_1 angegossene Frictionskonus mit dem Frictionskonus k_1 verkuppelt ist.

Auf der Hohlwelle k sitzt das Stirnrad k_2, welches in das Stirnrad o_1 einer liegenden Welle o eingreift. An den Enden dieser Welle sitzen aufserhalb des Tragkegels I die konischen Räder o_2 und o_3, welche in die konischen Räder p_1 und p'_1 der verticalen Wellen p und p' eingreifen. Diese konischen Räderpaare sind in den beiden, je aus einem Stück gegossenen, am Tragkegel I befestigten Consollagern p_3 und p'_3 unverschiebbar gelagert, wie dies aus Fig. 1 Tafel XXIV zu ersehen ist, während die stehenden, mit Nutenfedern versehenen Wellen p und p' sich vertical in den langen Naben der konischen Räder p_1 und p'_1 derart verschieben, dass sie dabei jedoch vermittelst der Nutenfedern mit denselben beständig gekuppelt bleiben. Die stehenden Wellen p und p' stehen mit ihren Spurstiften auf den Plungerkolben q und q_1 hydraulischer Cylinder und werden von diesen um circa 100^{mm} in die Höhe geschoben, wenn Druckwasser unter die Kolben q und q' tritt. Wird das Druckwasser unter den Kolben q und q' wieder abgelassen, so sinken diese mit den Wellen p und p' durch ihr Eigengewicht herab. Die Wellen p und p_1 tragen an ihren oberen Enden konische Frictionsscheiben p_2 und p'_2, von denen eine bei nach oben geschobenen Wellen p und p' und wenn die Drehbrücke für die Ruhelage richtig eingeschwenkt ist, in einen unter der Drehbrücke angebrachten Gegenfrictionskonus r_1 passt und bei ihrer Drehung diesen mitnimmt, während die Welle der anderen Frictionsscheibe durch den auf den bzgl. Kolben q oder q_1 der letzteren wirkenden Wasserdruck nur zur Erhaltung des Gleichgewichtes gegen einen Spurstift gedrückt wird, sich also leer dreht.

Dieser Stellung würden die in Fig. 1 Tafel XXIV gezeichneten Mechanismen des Drehpfeilers entsprechen, wenn man durch den hydraulischen Cylinder XI die Welle g nach links verschöbe und gleichzeitig Druckwasser unter die Kolben q und q_1 treten liefse. Es wäre dann, wie dies auch Fig. 1 Tafel XXV zeigt, die Frictionsscheibe p_2 der stehenden Welle p mit dem Gegenfrictionskonus r_1 verkuppelt und die Welle p', welche die Frictionsscheibe p'_2 trägt, gegen den Spurstift gedrückt. Wird die Drehbrücke dagegen nach einer Drehung um 180° abermals in die Ruhelage eingeschwenkt, so wird die Welle p, welche die Frictionsscheibe p_2 trägt, gegen den Spurstift gedrückt, und die andere Frictionsscheibe p'_2 welche auf der stehenden Welle p' sitzt, mit der Gegenfrictionsscheibe r_1 verkuppelt werden.

Das Verschieben der horizontalen Welle g und der verticalen Wellen p und p_1 (s. Fig. 1 Tafel XXIV) geschieht durch Vermittelung der hydraulischen Cylinder XI, q und q_1 in folgender Weise: Durch eine Kupfer- und Bleirohrleitung von 35^{mm} Durchm. sind dieselben mit dem Windkessel unter sich und mit der freien Elbe derart verbunden, dass vermittelst zweier in diese Rohrleitung eingeschalteter, durch Hebel unter einander verbundener Ventile ω_2 und ω_3 (s. Fig. 1, 3 und 4, Tafel XXV) die Kolben h_1, q und q_1 wechselseitig unter Druck gesetzt werden oder mit der freien Elbe communiciren. Von den beiden vom Windkessel abgezweigten, beständig mit Druckwasser gefüllten Druckröhren r und r' (s. Fig. 1 und 2, Tafel XXIV und Fig. 1, 3 und 4, Tafel XXV) ist ersteres mit dem Ventile ω_2, letzteres mit der linken Seite des hydraulischen Cylinders XI verbunden, auf welcher das Druckwasser auf die kleinere, also ringförmige Kolbenfläche des Differentialkolbens h beständig drückt. Von dem Ventile ω_2 ist ein Rohr r_1 zur rechten Seite des Cylinders XI, auf welcher die grofse volle Kreisfläche des Differentialkolbens h liegt,

geführt. Von diesem Rohr r_1 zweigen sich dann zunächst unten die Leitungsrohre r_3 und r_2 ab, welche zu den hydraulischen Cylindern q und q_1 führen, und dann aufserdem nach oben das Leitungsrohr r_4, welches an das Ventil ω_2 anschliefst.

Das Ventil ω_3 mündet ferner durch das Rohr r_5 über dem Pfeilerentwässerungsventile Δ_2 ein und führt also durch Anschluss des Rohres X in die Elbe bezw. ins Freie. Die Ventile ω_2 und ω_3 sind (s. Fig. 1 Tafel XXIV und Fig. 4 Tafel XXV) durch einen kleinen zweiarmigen Hebel unter sich und mit dem an beiden Enden geschlossenen Rohre ω verbunden, welches mit dem Hebel auf einer gemeinschaftlichen Axe befestigt ist und um diese hin- und hergekippt werden kann. Durch eine im Rohre befindliche Kugel ω_1 wird dasselbe in seiner jedesmaligen Lage festgehalten, um dadurch bei etwa eintretenden Wasserstöfsen ein selbstthätiges Umsteuern der Ventile zu verhindern. Das Umsteuern der Ventile geschieht nur in den beiden Ruhelagen der geschlossenen Brücke durch Umlegen dieses Kipprohres ω in die eine oder andere Lage desselben und wird durch einen Hebelmechanismus $\lambda, \lambda_1 \ldots \lambda_5\, \lambda'_5$ (s. Fig. 1 Tafel XX, Fig. 1 Tafel XXIV und Fig. 1 Tafel XXV) u. s. w. bewirkt, welcher von dem anderen Brückenwärter — der erstere behält stets den Wassermotorensteuerhebel f in der Hand — durch den im Mittelfelde des einen Hauptträgers liegenden Handsteuerhebel λ_1 gesteuert wird. Von den 4 Stempeln λ_5 und λ'_5 liegen je zwei paarweise auf jeder Seite des Drehzapfenträgers, so dass beim Umlegen des Handsteuerhebels λ_1 je zwei dieser Stempel λ_5 oder λ'_5 das Kipprohr ω und somit auch die Ventile ω_2 und ω_3 umsteuern, wenn die Brücke in ihrer einen oder in ihrer um 180° hierzu gedrehten Ruhelage sich befindet. Durch die beiden Gewichte λ_6 und λ'_6 werden nach dem Loslassen des Steuerhebels λ_1 die 4 Stempel λ_5 und λ'_5 jedesmal wieder in eine gleichhohe horizontale Lage, wie diese Fig. 1 und 4 Tafel XXV und auch Fig. 1 Tafel XX zeigen, selbstthätig gestellt, so dass hierdurch niemals ein Zusammenstofs der Stempel mit dem Kipprohre oder anderen Theilen der Drehmechanik unterhalb der Drehbrücke vorkommen kann, wenn die Brücke ausgeschwenkt wird.

In Fig. 1 Tafel XXIV ist das Kipprohr ω für das Ausdrehen der Drehbrücke umgesteuert und zeigen auch die Umsteuerungs-Hebelmechanismen die dieser Lage entsprechenden Stellungen, bei welchen der Steuerhebel λ_1 noch festgehalten ist, und sieht man daher das Gegengewicht λ_6 noch in gehobener Stellung. Das andere Gegengewicht λ'_6 (siehe Fig. 1 Tafel XXV) ruht hierbei auf der unter dem Drehzapfenträger befindlichen Platte und belastet somit die Hebelmechanismen nicht. Fig. 4 Tafel XXV zeigt die gewöhnliche Lage des Kipprohres, wobei dasselbe nach derjenigen Seite geneigt ist, wo die Wassermotoren liegen. Das Ventil ω_2 ist dabei geschlossen, ω_3 dagegen geöffnet. Diese Lage entspricht der in Fig. 1 Tafel XXIV gezeichneten Stellung der Wellen g, p und p_1 sowie der Kolben h, q und q_1, bei welcher die Brücke ausgeschwenkt wird. Das Druckwasser, welches sich jetzt nur in den Leitungsröhren r und r' befindet, schliefst das Ventil ω_2 und verschiebt, indem es durch das Rohr r' nur auf der linken Seite des Kolbens h in den Cylinder XI eintritt, diesen sowie die Welle g nach rechts, so dass der Frictionskonus des Rades g_1 mit der Frictionsscheibe i sich verkuppelt. Die übrigen Leitungsrohre enthalten dabei kein Druckwasser, sondern stehen nur mit der freien Elbe in Verbindung, so dass auf den Kolben q und q_1 kein Druck lastet und diese mit ihren Wellen p und p_1 in gesenkter Lage verbleiben.

Bei der zu Fig. 4 Tafel XXV entgegengesetzten Lage des

Kipprohres, wie sie Fig. 1 Tafel XXV zeigt, wird das Ventil ω_2 geöffnet und ω_3 geschlossen, so dass in diesem Falle die Motoren auf Antrieb der Kniehebelmechanismen wirken. Die hierdurch bedingten Stellungen der Kolben h, q und q_1 der hydraulischen Druckcylinder und der Wellen g, p und p_1 sind aus der Fig. 2 Tafel XXIV und Fig. 1 Tafel XXV zu ersehen. In dieser Stellung der Ventile ω_2 und ω_3 befindet sich Druckwasser in den Leitungsröhren r, r', sowie in r_1, r_2, r_3 und r_4, so dass also infolge des Ueberdruckes auf der grofsen Kolbenfläche des hydraulischen Cylinders XI der Kolben h und somit auch die Welle g nach links geschoben wird und der andere am Rade g_1 angegossene Frictionskonus mit der Frictionsscheibe k' sich verkuppelt. Gleichzeitig heben sich auch durch das Druckwasser die Kolben q und q_1, sowie die auf denselben stehenden Wellen p und p_1, und es verkuppelt sich die entsprechende Frictionsscheibe p_2 oder p_1 auf denselben mit der Gegenfrictionsscheibe r_1 für den Kniehebelbetrieb.

Beim Oeffnen der Drehbrücke ist es zunächst nöthig, die 4 Hauptträgerenden gleichzeitig durch die in jedem derselben angeordneten Kniehebelmechanismen v_3, v_4, v_5 u. s. w. (s. Fig. 5 Tafel XIX und Fig. 2 Tafel XXVI) so hoch zu heben, um die Pendel δ_2, welche der geschlossenen Drehbrücke gestatten, den Längenänderungen infolge der Temperaturwechsel frei zu folgen, mit etwa 3^{mm} Spielraum ausschwenken zu können und dann die Brückenenden um 18^{mm} zu senken, bei welcher Einsenkung nämlich die Brücke frei schwebt. Nach erfolgtem Einschwenken der Drehbrücke in die neue Ruhelage muss dieselbe alsdann in umgekehrter Weise wiederum gehoben und die Pendel wieder eingeschwenkt werden.

Die Uebertragung der für das Heben und Senken erforderlichen Kraft wird nun, nachdem das Kugelkipprohr in die zuletzt beschriebene Stellung gesteuert und dadurch die Verkupplung der einen der beiden Frictionsscheiben p_2 und p'_2 mit der Gegenfrictionsscheibe r_1 hergestellt ist, wie folgt weiter bewirkt:

Von der Welle r, auf welcher die Frictionsscheibe r_1 aufgekeilt ist (siehe Fig. 1 Tafel XXIV, sowie auch Fig. 1 und 2 Tafel XXV), wird durch die Vorlegeräder und Wellen r_2, s, s_1 und s_2, t, t_1 und t_2 und u_1 die Bewegung zunächst auf die Schraubenwelle u übertragen. Diese am einen Ende mit rechtem, am anderen mit linkem, doppelgängigem, rechteckigem Schraubengewinde versehene Welle u ist an der mit rechtsgängigem Gewinde versehenen Seite in Fig. 2 Tafel XXV im Schnitt gezeichnet. Auf den Schrauben-Zugstangen u_2 und u_3 sind Muffen aufgekeilt, mit denen mittelst Scharnierbolzen die Gabelschlüssel u_4 und u_5 verbunden sind. Diese Gabelschlüssel werden an ihren Enden derart festgehalten, dass dieselben zwar die horizontale Hin- und Herbewegung der Schraubenzugstangen mitmachen können, jedoch dabei ein Verdrehen der Schraubenzugstangen u_2 und u_3 verhindern. Die Schraubenzugstange u_2 hat Rechts- und diejenige u_3 Linksgewinde. Durch diese Schraubenzugstangen u_2 und u_3 (s. Fig. 1 Tafel XX, Fig. 1 bis 4 Tafel XXIII und Fig. 1 u. 2 Tafel XXVI), welche in 600^{mm} horizontalem Abstande von der Brückenaxe auf der einen Seite der letzteren liegen und in den Querträgern geführt werden, wird die Kraft vermittelst der Pleuelstangen u'_2 und u'_3 und der Kurbeln w_1 und w'_1 auf die an den Querträgern III gelagerten Torsionswellen w und w_1 (siehe Tafel XXIII) übertragen, welche dann durch die in den unteren Hauptträgergurtungen liegenden Kurbeln w_2, w_3 und w'_2, w'_3 die Kraft vermittelst der ebenfalls in den Gurtungen liegenden Pleuelstangen w''_2 und w''_3, w'''_2 und w'''_3 (siehe auch Fig. 2 Tafel XXVI) auf die Kniehebel-Gegengewichts-

hebel v und somit auf die eigentlichen Kniehebelschenkel v_3 und v_4 übertragen.

In Fig. 2 Tafel XXVI und in der dieser entsprechenden Fig. 5 Tafel XIX, welche die Ansicht und Querschnitte der einzelnen Kniehebelmechanismen zeigen, ist diejenige Stellung derselben dargestellt, bei welcher, bei noch aufliegendem Pendel δ_2, der Kniehebelstempel v_5 soeben auf sein Auflager XIII aufsetzt, um das Brückenende zu heben. Die Unterkante des Kniehebelstempels ist in dieser Stellung um 35^{mm} unter der Unterkante seiner Führung im Pendelkopfstück XIV herausgeschoben. Der Kniehebelstempel v_5 führt sich in dem Pendelkopfstück XIV, während das Scharnierkopfstück v_7 des Kniehebels in dem kastenartigen Hauptträgerende mittelst 6 Stahlbolzen sicher befestigt ist.

Die Kniehebeltheile v_2 bis v_5 und v_7 sind aus massiven Stahlstücken, das Fufsstück v_6 des Gegengewichtshebels aus einem massiven Schmiedestücke gearbeitet, während bei dem Gegengewichtshebel v und der Pleuelstange w''_2 die Scharnierplatten aus Stahlblechen bestehen, welche angenietet wurden. Nachdem nun durch die Kniehebel die Maximalhebung der Brückenenden bewirkt ist, so dass dann die Unterkante der Kniehebelstempel v_5 um 40^{mm} unter Unterkante Pendelkopfstück XIV heraussteht, welcher Stellung die in Fig. 1 bis 4 Tafel XXIII gezeichneten Kniehebel entsprechen, kann dann der Riegel y ausgeriegelt und die Pendel δ_2 ausgeschwenkt werden.

Die Bewegung des Riegels y und der Pendel δ_2 erfolgt seitens des einen Brückenwärters ebenfalls von der Brückenmitte aus. In demselben Mittelfelde des einen Hauptträgers (s. Fig. 1 Tafel XX, Fig. 1 Tafel XXIV und Fig. 2 Tafel XXV), in welchem auch der Steuerhebel λ_1 für die Umsteuerungsventile ω_2 und ω_3 sich befindet, ist nämlich ein Zahnstangenvorgelege z, z_1 bis z_8 u. s. w. angeordnet, welches durch die Handkurbel z, welche übrigens in betriebfähigem Zustande der Brücke herausgenommen ist, vom genannten Brückenwärter angetrieben, zunächst auf ein Getriebe z_8 einwirkt, in welches unten und oben die Zahnstangen z_9 und z_{10} eingreifen. Diese Zahnstangen sind mit gleichnamigen Riegelstangen verbunden, welche im horizontalen Abstande von 385^{mm} von der Brückenlängsaxe auf der zu den Schraubenzugstangen u_2 und u_3 entgegengesetzten Seite des Drehzapfenträgers liegen und auch in den Querträgern gelagert sind. Durch Rechts- oder Linksherumdrehen des Getriebes z_8 werden beide Zahnstangen und somit auch die Riegelstangen z_9 und z_{10} stets gleichzeitig von der Brückenmitte hinweg oder nach der Brückenmitte hingeschoben. Von den Zahnstangen z_9 und z_{10} führt erstere nach dem mit Riegel versehenen und letztere nach dem nicht mit Riegel versehenen Brückenende, und sind dieselben hier, wie aus Fig. 1 Tafel XX, Fig. 1 bis 4 Tafel XXIII, Fig. 4 und 5 Tafel XIX und Fig. 1 und 3 Tafel XXVI zu ersehen ist, mit dem Riegel sowie mit dem eigentlichen Pendelmechanismen verbunden.

Zur schnellen und sicheren Arretirung für die Ruhelage der eingeschwenkten Brücke ist, wie aus den angeführten Figuren zu ersehen, an beiden Brückenenden auch noch eine an beiden Seiten mit Kegelfedern x_4 versehene Bufferfalle x mit Winkelhebel nebst Gegengewicht x_1 (s. auch Fig. 5 Tafel XIX) angebracht, was jedoch bedingt, dass die einschwenkende Brücke seitens der steuernden Brückenwärter, wenn sie in die Nähe ihrer Ruhelage ankommt, stets sehr vorsichtig und langsam eingefahren werden muss.

Beim Ausschwenken der Brücke haben die Bufferfallen x die in Fig. 1 Tafel XX und Fig. 1 bis 3 Tafel XXIII gezeichnete Normalstellung, in welcher sie durch den Winkelhebel mit Gegengewicht x_1 gehalten werden, so dass dieselben (siehe Fig. 1 bis 4 Tafel XXIII und Fig. 5 Tafel XIX u. s. w.) beim Beginn des Ausdrehens der Brücke unbehindert an den Aufsenseiten der auf den Strompfeilern befestigten Bufferfallen-Führungsschienen x_2 x_2 und x'_2 x'_2 gleiten und dabei so lange gehoben werden, bis sie das Ende dieser Leitschienen überschritten haben und in die Normalstellung zurückfallen. Beim Einschwenken der Brücke stofsen jedoch die Bufferfallen x mit ihren unteren Enden bei x_2 bezw. x'_2 an den Innenseiten der Führungsschienen x_2 x_2 bezw. x'_2 x'_2 an, werden dann stetig zurückgedrückt, bis sie zuletzt die in Fig. 3 Tafel XXVI gezeichnete Stellung erreicht haben und im Begriffe sind, in die für dieselben in den Leitschienen x_2 x_2 bezw. x'_2 x'_2 angebrachten Einkerbungen x_3 bezw. x'_3 einzuschlagen, wenn die Drehbrücke richtig eingeschwenkt ist. Letztere Stellung zeigen Fig. 4 Tafel XXIII und Fig. 5 Tafel XIX. Die lebendige Kraft, mit welcher die Drehbrücke trotz sorgfältigsten Einfahrens in ihrer Ruhelage noch ankommt, wird durch die Kegelfedern x_4 der Bufferfallen aufgenommen.

Zum Ausbalanciren der Pendel δ_2 sind die Gegengewichte φ_2 und φ'_2 (s. Fig. 1 bis 4 Tafel XXIII und Fig. 1 und 3 Tafel XXVI) angebracht. Fig. 1 Tafel XXVI zeigt, wie bei geschlossener Drehbrücke die Pendel δ_2 aufliegen, welche Stellung dabei deren Gegengewicht φ_2 und der ganz eingeriegelte Riegel y einnimmt. Der Hebel φ_3, welcher das Gegengewicht φ_2 trägt, ist oben nach links übergeneigt, so dass in dieser Stellung das Gegengewicht auch nach dieser Seite hin ein Uebergewicht hat und somit die eingeschwenkten Pendel um so mehr das Bestreben haben, in ihrer Stellung bei geschlossener Brücke in lothrechter Lage zu verbleiben, wenn auch der Riegel schon theilweise zurückgezogen ist und der Bolzen der Riegelschubstange z_9 nicht mehr an der linken Seite des Schlitzes der Pendelstange α anliegt. In Fig. 3 Tafel XXVI sind die Pendel, wie dies bei der aus- oder einschwenkenden Brücke stets nöthig ist, ausgehoben gezeichnet, und haben die zugehörigen Hebel und Zugstangen sowie das Pendelgewicht φ'_2 die hierfür entsprechende Stellung. Letzteres hat auch in dieser Lage etwas Uebergewicht gegen die Pendel, so dass diese in ihrer ausgehobenen Stellung verbleiben, wenn auch der Zapfen der Pendelschubstange z_{10}, der jetzt gegen die linke Seite der schlitzartigen Endigung der Pendelstange α' anliegt, beim Wiedereinriegeln die Pendel nicht mehr festhält und in dem Schlitze so lange gleitet, bis er an die rechte Seite des letzteren sich anlegt. Erst dann beginnt beim weiteren Ausschieben der Riegel- und Pendelschubstangen z_9 und z_{10} (siehe auch Fig. 1 bis 4 Tafel XXIII) das Wiedereinschwenken der Pendel δ_2.

Durch diese Anordnung ist man daher auch im Stande, die eingefahrene Brücke, welche durch die elastischen Kegelfedern x_4 der Bufferfallen x vorläufig für die richtige Lage nur ungefähr justirt ist, durch Einriegeln des vorn angespitzten Riegels y in einem der auf jedem Strompfeiler aufgestellten Riegelböcke φ stets erst ganz genau einzustellen, ehe es möglich ist, die Pendel wieder einzuschwenken. Man hat damit ferner erreichen können, für die nacheinander vorzunehmenden Handhabungen der Riegel- und Pendelbewegungen nur das eine gemeinschaftliche Vorgelege z, z_1 bis z_9 und z_{10} anordnen zu brauchen. Wenn nun die Brückenenden behufs Einschwenkens der Pendel auf ihre Auflager durch die Kniehebel gehoben werden, heben sich auch die Bufferfallen, bis dieselben durch Einwirkung der Winkelhebel nebst Gegengewichten x_1 mit ihren Unterkanten über die Rückwand der Schieneneinkerbungen x_3 bezw. x'_3 hinweg schwingen und in ihre Normalstellung sich einstellen.

Es sollen nachstehend, indem dabei noch die für das Ausdrehen der Drehbrücke vorhandenen Vorgelege beschrieben werden, die zum jedesmaligen Oeffnen und Schliefsen der Drehbrücke mittelst Wasserkraft erforderlichen Handhabungen in ihrer Reihenfolge nach einander kurz aufgeführt werden.

Die beiden Brückenwärter kommen von beiden Seiten und treffen sich, nachdem jeder von ihnen mit einer Glocke das Zeichen zum Oeffnen der Brücke gegeben und seinen Schlagbaum E (siehe Fig. 1 u. 2 Tafel XIX) zur Absperrung des Strafsenverkehrs niedergelegt hat, in der Mitte der Brücke. Der erste Wärter öffnet die in der Brückenmitte liegende Strafsenkappe und steckt den mitgebrachten Steuerhebel f in die Scheide des Winkelhebels e, dessen Anhaltfalle er dabei aushebt. Der zweite Brückenwärter steckt inzwischen die mitgebrachte Handkurbel z zum Riegelvorgelege auf. Das Kugelkipprohr hat die für Antrieb der Kniehebel entsprechende Stellung, so dass also (siehe Fig. 1 Tafel XXIV) die an dem Rade g_1 angegossene Frictionsscheibe mit der Frictionsscheibe k_1 und eine der Frictionsscheiben p_2 oder p'_2 mit der Gegenfrictionsscheibe r_1 an der Brückenconstruction verkuppelt ist. Der erste Brückenwärter steuert dann mittelst des Steuerhebels f auf Heben der Brückenenden durch die Kniehebel, bis dieselben die Fig. 1 bis 4 Tafel XXIII gezeichnete Maximalhebung erreicht haben, worauf der zweite Brückenwärter durch die Kurbel z den Riegel y ganz ausriegelt und auch gleichzeitig die Pendel δ_2 ganz ausschwenkt. Jetzt steuert der erste Brückenwärter mit dem Steuerhebel f die Motoren so um, dass durch die Kniehebel die Brückenenden ganz gesenkt werden und die Brücke frei schwebt. Dieser Stellung entsprechen die Fig. 1 bis 4 Tafel XXIII, sowie Fig. 1 Tafel XX, wenn man in ersteren Figuren die Kniehebelgegengewichtshebel in der punktirt angedeuteten Lage sich denkt. Der zweite Brückenwärter legt jetzt den Steuerhebel λ_1 nach der Baumwallseite um, d. h. er stellt das Kugelkipprohr für Ausdrehen der Drehbrücke ein, so dass also, wie Fig. 1 Tafel XXIV zeigt, die am Rade g_1 angegossene Frictionsscheibe mit der Frictionsscheibe i sich verkuppelt, während die stehenden Frictionsscheibenwellen p und p_1 und ihre hydraulischen Hebekolben q und q_1 ihre tiefste Stellung einnehmen. Auf der hohlen Welle i, auf welcher die Frictionsscheibe i_1 befestigt ist, sitzt aufserhalb des Tragkegels 1 das Getriebe i_2. Dieses Getriebe überträgt (siehe Fig. 1 Tafel XX, Fig. 4 Tafel XXVI, Fig. 1 u. 2 Tafel XXIV und Fig. 1 Tafel XXV) die Bewegung durch die Motoren vermittelst der Vorgelegeräder und Wellen l, l_1, l_2, m und m_1 auf das Getriebe m_2, welches in das unter der Drehbrücke an den beiden Hauptquerträgern befestigte Stirnrad n_3 eingreift und dieses sowie auch die Drehbrücke selbst dreht.

Je nachdem der steuernde Brückenwärter die Motoren rechts oder links herumlaufen läfst, wird auch die Drehbrücke rechts oder links ausgeschwenkt. Die ausschwenkende, frei schwebende Drehbrücke zeigt Fig. 1 Tafel XX. Nachdem die Drehbrücke um 180° gedreht und in die neue Ruhelage eingefahren ist, werden die Motoren durch Einstellung des Umsteuerungskolbens in die mittlere Stellung abgestellt. Der zweite Brückenwärter riegelt durch die Kurbel z den Riegel y ein, stellt damit die durch die Bufferfalle x schon annähernd in ihre Ruhelage eingestellte Brücke ganz genau ein und schwenkt zugleich die Pendel δ_2 hart an ihre Auflager heran. Das Kugelkipprohr wird darauf durch den zweiten Brückenwärter wieder auf Kniehebelbetrieb eingestellt. Der erste Brückenwärter steuert alsdann die Motoren auf Heben der Brückenenden durch die Kniehebel ein, bis dieselben ihre

Maximalhebung erreicht haben, so dass die Bufferfalle durch die Einkerbung x_3 durchschlägt. Der zweite Brückenwärter schwenkt die Pendel dann noch vollständig unter und schiebt dabei den Riegel noch etwas weiter in den Riegelbock φ oder φ_1 hinein. Der erste Brückenwärter hat inzwischen wieder auf Senken der Brückenenden durch die Kniehebel umgesteuert und zieht die Kniehebel soweit in ihre Führungen XIV ein, dass dieselben von ihren Auflagern XIII abgehoben sind. Die Brückenwärter schlagen die Klinkvorrichtung zum Festhalten des Winkelhebels e in seiner mittleren Stellung ein, nehmen den Steuerhebel f und die Handkurbel z ab und schlagen die mittlere Strafsenkappe zu. Die Schlagbäume E werden wieder in ihre verticale Lage (siehe Fig. 1 Tafel XIX) gedreht; damit ist das Ausschwenken der Brücke vollendet und der Strafsenverkehr wieder eröffnet.

2. Mechanismus für Handbetrieb.

Die Drehbrücke ist aufserdem noch mit den erforderlichen Mechanismen versehen, um dieselbe den Bedingungen gemäfs durch Menschenkraft mittelst der Kniehebel an den Enden heben und die Brücke selbst ausschwenken zu können. Der Handbetrieb ist so eingerichtet, dass er entweder durch zwei oder auch durch vier Männer bedient werden kann. Bei längeren Unterbrechungen des Wasserbetriebes (wie sie freilich in den $2^1/_4$ Jahren ihres Bestehens bei der Niederbaumbrücke noch nicht vorgekommen) und bei frequenter Benutzung der Brücke sollen nämlich den beiden Brückenwärtern noch zwei Mann als Hülfskräfte beigegeben werden, damit dann die Handhabungen schneller bewirkt werden können.

Da bei dem Kniehebelbetrieb die in den Schraubenschubstangen u_2 und u_3 auftretenden Kräfte sich gegenseitig das Gleichgewicht halten und auch die übrigen Mechanismen, soweit dieselben in der Brückenconstruction liegen, ihre Stützpunkte in dieser selbst finden, so konnten diese Mechanismen auch für den Handbetrieb direct wieder verwendet werden. Es war daher für diesen Fall nur erforderlich, durch Verschieben der horizontalen Welle t nach links (siehe Fig. 1 und 2 Tafel XXV) die Vorgelege für den Maschinenbetrieb ausrückbar zu machen und diese Welle t durch das auf der linken Seite derselben befestigte konische Doppelrad t_3 und t_4 mit dem für den Handbetrieb angeordneten, aus der Welle v und ihren konischen Rädern v_1 und v_2 bestehenden Tummelbaumvorgelege einzurücken. Die gleich grofsen Räder t_1 bezw. t_2 rücken dann aus den Rädern u_1 bezw. s_2 aus; das Rad t_1 kommt dabei mit dem Rade u_1 in Eingriff und ebenso bei zwei Mann Bedienung das konische Räderpaar t_3 und v_1. Für vier Mann Bedienung wird durch das Schraubenrad v_3 die Spurpfanne der stehenden Welle v und somit diese selbst so hoch geschraubt, dass das konische Räderpaar t_4 und v_2 in Eingriff kommt.

Während beim Maschinenbetrieb für das Ausdrehen der Drehbrücke die Motoren ihren festen Stützpunkt am festen Drehpfeiler haben und das Triebrad n_3 an der beweglichen Brückenconstruction befestigt ist, musste für den Handbetrieb zum Ausdrehen der Drehbrücke, wobei die die Bewegung des Tummelbaumes bewirkenden Menschen ihren Stützpunkt auf der beweglichen Brücke haben, die Anordnung umgekehrt gemacht werden, und konnte infolge dessen von den Mechanismen, durch welche das Ausdrehen der Brücke durch die Wassermotoren bewirkt wird, nichts für den Handbetrieb verwendet werden. Es war deshalb erforderlich, auf der Drehpfeilermauerung (siehe Fig. 1 Tafel XX, Fig. 4 Tafel XXVI, Fig. 1 Tafel XXIV und Fig. 1 u. 2 Tafel XXV) einen Zahn-

kranz π zu befestigen, in welchen, wenn das Handvorgelege eingerückt ist, das Getriebe r_1 des an dem Querträger X angeordneten Handvorgeleges eingreift, welches aus den Tummelbaumwellen und Vorlegerädern und Wellen ϱ', ϱ'_1, ϱ_1, ϱ, r, r_2 und r_1 besteht, deren Anordnung und Details aus den Fig. 1 Tafel XX, Fig. 3 bis 5 Tafel XXIV und Fig. 1 u. 2 Tafel XXV zu ersehen sind. Wird der Tummelbaumschlüssel auf die Welle ϱ' gesteckt, so können zwei Mann, und wenn derselbe auf die Welle ϱ gesteckt wird, vier Mann die Drehbrücke ausdrehen.

Wenn der Handbetrieb in Thätigkeit kommen soll, ist es nöthig, zum Ausrücken des Maschinenbetriebes die stehende Welle m (siehe Fig. 1 Tafel XX und Fig. 1 u. 2 Tafel XXIV) mit dem darauf befestigten Getriebe m_2 und dem konischen Rade m_1 so hoch zu heben, bis ersteres mit seinen Zähnen aufser Eingriff mit dem Stirnrade n_3 gekommen ist. Das Ein- und Ausrücken dieser Welle m geschieht mit dem am Wandlager m_4 angeordneten Schneckenradvorgelege, indem man durch Aufstecken eines geschlossenen Schlüssels auf das obere Vierkant der verticalen Schneckenwelle m_5 diese links oder rechts herumdreht. Auf der stehenden Welle ist eine mit parallelen Ringen versehene Muffe m_3 aufgesport, die als Zahnstange dient, welche, in welcher Stellung auch die Welle m sich befindet, beständig im Eingriffe mit dem Hebegetriebe verbleibt. Durch Anwendung des Schneckengetriebes ist eine Sperrvorrichtung nicht erforderlich. In ähnlicher Weise wird das Ein- und Ausrücken der Handvorgelegewelle r und ihres Getriebes r_1 mit dem Zahnkranze π bewerkstelligt, indem auf dieser Welle r (siehe Fig. 1 Tafel XX und Fig. 1 Tafel XXV) auch eine solche Muffenzahnstange befestigt ist, in welcher aber, da diese auszurückende Welle nur ein geringes Gewicht hat, hier nur eine Schnecke direct eingreift, welche auf einer der Schneckensteigung entsprechend geneigt gelagerten Welle befestigt ist. Diese Schneckenwelle besitzt oben ein für den Tummelbaumschlüssel passendes Vierkant, so dass man, wenn die Welle mit dem Tummelbaumschlüssel herumgedreht wird, die Welle r heben und senken kann, indem die Schnecke dabei als Hebekeil wirkt.

Besondere Erläuterungen und Ergänzungen zu den Zeichnungen und zu einzelnen der wichtigsten Constructionstheile, sowie über die Wahl und Anordnung derselben.

Es soll noch in Kürze nach der Reihenfolge der Zeichnungen eine Beschreibung derjenigen wichtigsten Constructionstheile folgen, welche in vorstehender Maschinenbeschreibung nicht mit erwähnt werden konnten, sowie auch die zum Verständnis der Zeichnungen noch fehlenden Erläuterungen und Ergänzungen gegeben werden, nämlich:

Tafel XIX.

Aus Fig. 2 sind die zum Schutze der Strompfeiler und der um 90° geöffneten Drehbrücke eingerammten Duc d'Alm F zu ersehen, welche aus je drei mit einander verbundenen Pfählen bestehen.

Fig. 4 Tafel XIX zeigt die Stellung der Pendelwelle δ mit den eingeschwenkten Pendeln δ_2 für die geschlossene Drehbrücke (vergleiche Fig. 1 und 2 Tafel XXVI).

Fig. 5 Tafel XIX. Damit die Brückenenden bei etwaigem Sturm und dem dadurch eintretenden Schwanken derselben beim Einfahren über die Strompfeiler mit den an letzteren befestigten Theilen nicht zusammenstofsen, über welche einzelne Constructionstheile der Brückenarmenden mit nur 13^mm Spielraum hinweggehen, ist (siehe Fig. 5 Tafel XIX, Fig. 1 u. 2 Tafel XXVI und Fig. 2 bis 4 Tafel XXIII) an jedem Brückenende mit schwach ansteigender Neigung eine Leitschiene x angebracht, welche die Schwankungen der Brückenarme dadurch zur Ruhe bringt, dass sie sanft auf die Leitrollen $\tilde{x}_1$ auffährt, welche in den auf den Strompfeilern verankerten Pendelauflagern XIII gelagert sind, und dadurch sicher über die gefährlichen Stellen hinweghilft.

Die in Fig. 5 Tafel XIX gezeichneten Hebeschrauben σ und σ' sind Stahlschrauben, deren gusseiserne Muttern sich unter die Pendelkopfstücke XIV legen, während sie selbst sich auf Stahlspuren stützen, welche in den Auflagern XIII für die Pendel und Kniehebelstempel sich befinden. Diese Schrauben gehören nicht zur Drehbrückenmechanik und fehlen bei betriebsfähiger Brücke. Dieselben sind vielmehr nur für die Montage bezw. für den Fall derselben angefertigt, dass eine Auswechselung des Drehzapfens nöthig geworden wäre, wenn sich derselbe während der achtwöchentlichen Versuchsperiode nicht bewährt haben würde. Mit diesen 8 Schrauben, von denen im vorkommenden Falle jedes der 4 Hauptträgerenden 2 Stück erhält, lässt sich bei geschlossener Brückenstellung die ganze Drehbrückenconstruction einschliefslich Fahrbahn vom Drehzapfen frei abheben, wodurch dann eine Auswechselung des Drehzapfens n_1 und der Drehzapfenspur n_2 (siehe Fig. 1 Tafel XXIV, sowie auch Fig. 1 Tafel XX und Fig. 4 Tafel XXVI) wie später noch folgt, leicht bewirkt werden kann.

Tafel XX.

Zum Schutze gegen Staub, Regen, Schnee und Frost ist der Hohlraum des Drehpfeilers mit einer in Fig. 1 im Durchschnitte gezeichneten, hölzernen Decke versehen, welche unter der Drehbrücke befestigt ist, sich mit dieser dreht und dabei am Zahnkranze π eine Segeltuchdichtung hat. Die Fig. 1 zeigt den freischwebenden, mit Riegel versehenen, ausgeschwenkten Brückenarm. Der Steuerhebel f sowie der Kolben des Umsteuerungsapparates stehen in der mittleren Stellung. Es ist in dieser Figur nur die Eisenconstruction der Brücke gezeichnet und die aus Asphalt auf Beton-Unterlage bestehende Fahrbahn weggelassen gedacht. Ebenso sind auch bei den im Drehpfeiler gezeichneten Maschinentheilen sowohl die stehende Frictionsscheibenwelle p nebst Zubehör und Lagerung als auch die Rückschlagventile ψ_4 und μ_4 und das Zweigrohr VI (siehe Fig. 4 Tafel XXVI und Fig. 2 Tafel XXV) mit ihren Standrohren fortgelassen.

Die Function dieser Ventile, welche mittelst zweier stehender Rohre mit den Knierohren ψ_3 und μ_3 (siehe Fig. 2 Tafel XXIV) und somit auch mit den Ein- und Ausgangskanälen der hydraulischen Motoren III und III_1 verbunden sind, besteht in folgendem: Wird beim Einfahren der einschwenkenden Drehbrücke das Druckwasser — durch Einsteuern des Kolbens im Umsteuerungsapparate IV in die mittlere Stellung — plötzlich abgeschlossen (siehe Fig. 1 Tafel XXV), so kann, da infolge der lebendigen Kraft der Drehbrückenmasse diese nicht gleich zur Ruhe kommt, sondern die Motoren in derselben Drehrichtung, welche dieselben zuvor hatten, noch mitnimmt, das vor und hinter den Kolben in den Motorencylindern befindliche Wasser, welches durch den Abflusskanal η des Umsteuerungsapparates dann nicht mehr entweichen kann, durch diese Rückschlagventile, welche durch das Zweigrohr VI (siehe Fig. 4 Tafel XXVI und Fig. 2 Tafel XXV) mit dem Windkessel V in Verbindung stehen, in denselben zurückgeleitet werden, indem die Motoren alsdann als Druckpumpen wirken. Das letztere ist um so mehr der Fall, wenn durch den umsteuernden Brückenwärter der

Umsteuerungskolben aus Versehen über die mittlere Stellung hinaus, also bis in die entgegengesetzte Stellung, umgesteuert wird; in diesem Falle pumpen die Motoren sogar aus der Elbe das Wasser durch das Rohr VIII und den Umsteuerungsapparat IV in den Windkessel V.

Wenn die hydraulischen Motoren arbeiten, ist das Druckwasser auf einer langen Strecke in dem Wasserleitungs-Rohrstrange in Bewegung und besitzt daher eine ziemlich bedeutende lebendige Kraft, die bei plötzlicher, ja sogar noch bei langsamer Absperrung durch den Kolben des Umsteuerungsapparates, wenn sie nicht ganz behutsam geschieht, einen mehr oder weniger heftigen Wasserstofs hervorrufen muss. Um demselben seine zerstörende Wirkung zu nehmen, ist am vorderen Theile des Umsteuerungsapparates V ein ⊥-Rohrstück angebracht, welches ein mit Federbelastung versehenes Sicherheitsventil $\varDelta$ trägt (siehe Fig. 1 Tafel XXV und Fig. 4 Tafel XXVI). Dasselbe nimmt den eintretenden Wasserstofs auf und vernichtet ihn, indem es sich öffnet und dabei ein der Stofswirkung entsprechendes Wasserquantum ausspritzen lässt. Das ausgespritzte Wasser wird durch das Knierohr $\varDelta_1$ und durch das Rohr $\varDelta_2$ (siehe auch Fig. 2 Tafel XXIV), welches über dem Pfeilerentwässerungs-Ventile $\varDelta_3$ einmündet, und durch das Abflussrohr X nach der Elbe bezw. ins Freie abgeführt.

Tafel XXIII.

In Fig. 1 und 3 ist die Fahrbahnbeschotterung weggelassen. In Fig. 4 Tafel XXIII ist am oberen Theile das Pendelauflager XIII (siehe Fig. 4 und 5 Tafel XIX und Fig. 1 und 2 Tafel XXVI) punktirt eingezeichnet. Ebenso ist auch die Projection des ausgeschwenkten Pendels δ_2 angegeben. In Fig. 2 Tafel XXIII dagegen ist nur das Pendelkopfstück XIV (siehe dieselben oben angeführten Figuren) angedeutet mit dem darin geführten, im Querschnitt gedachten Kniehebelstempel r_5 mit Weglassung aller übrigen Kniehebetheile r bis r_7.

In Fig. 4 Tafel XXIII sind die Peripheriebahnen besonders bezeichnet, welche die äufsersten Kanten der ausgeschwenkten Pendel δ_2, des Riegelkastens, die der gehobenen Gegengewichte r_1, sowie die der durchgeschlagenen Bufferfalle x beim Ausschwenken der Brücke beschreiben.

Tafel XXIV und XXV.

Fig. 1 Tafel XXIV zeigt den Durchschnitt durch den Drehzapfen n_1 mit Zubehör und dessen Auflagerungs-Anordnung im Drehpfeiler. Aus demselben ist die Durchführung der Steuerstange d durch den Drehzapfen n_1 und dessen Spur n_2 u. s. w. mit sämmtlichen dafür erforderlichen Bestandtheilen zu ersehen. Der Drehzapfen mit seiner Spur ist, wie der Kniehebel u. s. w., einer der wichtigsten Drehmechanismen, die mit der gröfsten Sorgfalt ausgeführt werden mussten; derselbe, sowie auch seine Spur, sollte ursprünglich aus gehärtetem Stahl angefertigt werden. Da das gleichmäfsige Härten derselben voraussichtlich jedoch deswegen mit besonderen Schwierigkeiten verbunden gewesen wäre, weil der Zapfen und die Spur zum Durchführen der Steuerstange d eine Durchbohrung erhalten mussten und infolge dessen auch ein Springen derselben zu befürchten war, was beim Härten sehr häufig vorkommt, so wurden diese Theile auf Anrathen der Gruson'schen Fabrik aus deren Hartguss ausgeführt, und haben sich Zapfen und Spur, beiläufig bemerkt, ganz vortrefflich bewährt.

Der Zapfen hat 23^{cm} Durchmesser, seine Bohrung beträgt 3^{cm} Durchmesser, so dass, nach Abzug von vier 5^{mm} breiten und tiefen Schmiernuten, bei ausschwenkender Brücke pro Quadratcentimeter 734^{kg} und für die geschlossene belastete Brücke pro Quadratcentimeter rot. 1050^{kg} Zapfendruck sich ergiebt. Die Spurpfanne n_2 liegt auf 2 zum Justiren der genauen Höhenlage vorhandenen schmiedeisernen Keilen n_4 auf, welche auf dem gusseisernen Tragkopf II ruhen. n_3 ist ein aus 2 Theilen bestehendes und auf dem Tragkopf II aufgeschraubtes Drehzapfen-Spurlager. Der Drehzapfen ist in dem gusseisernen Nabentragkopf n cylindrisch eingepasst und mit 2 Federkeilen gegen Verdrehen darin befestigt. Damit das Schmieröl nicht aus der Pfanne entweichen kann, ist von unten ein im unteren Ende mit gusseisernem Stopfbüchsengehäuse d_1 verbundenes, schmiedeisernes Rohr in die Spurpfanne dicht eingeschraubt. Von dem Stopfbüchsengehäuse d_1 zweigt sich das Rohr d_2 ab, welches durch den Hahn d_3 abgeschlossen werden kann. Durch diesen Hahn d_3 kann das dickflüssige, unbrauchbar gewordene Schmieröl aus der Spurpfanne abgelassen werden. An den Hahn d_3 wird von Zeit zu Zeit eine Oeldruckpumpe angeschlossen, mit welcher man durch Einpumpen von klarem, frischem Schmieröl die Spurpfanne rein auswaschen und mit neuem Oel versehen kann. Zum Schutze vor Nässe und Schmutz ist von oben an den Naben-Tragkopf n mittelst Bleiringdichtung ein Rohr H dicht angeschraubt, welches oberhalb noch mit einem Schirm aus gedrücktem Messingblech überdacht ist (siehe Fig. 1 Tafel XX). Soll nun, nachdem die Brücke durch die 8 Hebeschrauben σ (siehe Fig. 5 Tafel XIX) gehoben worden ist, der Drehzapfen herausgenommen werden, so werden zunächst die Steuerstange d mit ihrem aus Winkelhebel e u. s. w. bestehenden Zubehör sowie auch die Röhren H und d_1 abgenommen; ebenso werden die Keile n_4 und das zweitheilige Drehzapfen-Spurlager n_3 beseitigt, wodurch die Spurpfanne n_2 frei wird und auch mit fortgenommen werden kann. Durch Aufsetzen einer Rundeisenstange auf den Drehzapfen n_1 wird derselbe dann von oben herausgeschlagen. Das Einsetzen eines neuen Spurzapfens geschieht in umgekehrter Weise.

Damit beim Umsteuern der Frictionsscheibenwellen g, p und p_1 die letzteren sich nicht festklemmen und hängen bleiben, ist ein Hebelzug ξ_1, ξ_2 bis ξ_7 (siehe Fig. 1 und 2 Tafel XXIV und Fig. 1 bis 3 Tafel XXV) angebracht, welcher dieselben mitnimmt. Die oberen Halslager p_3 und p'_3 für die stehenden Wellen p und p_1 sind, wie dieselben Figuren zeigen, an Federn p_5 von O-Form befestigt. Durch diese Einrichtung ist es möglich, dass die Frictionsscheiben p_2 bezw. p'_2 sich stets gut mit der Gegenfrictionsscheibe r_1 an der Brückenconstruction verkuppeln, indem diese Federn nach allen Seiten hin stets so viel hergeben, wie die etwa vorhandenen geringen Ungenauigkeiten verlangen.

Aus Fig. 1 und 2 Tafel XXIV ist die mit Σ bezeichnete, in dem Mantel des Tragkegels I angebrachte Einsteigöffnung zu ersehen, durch welche man zu den im Innern desselben angeordneten Maschinentheilen gelangt. Aufserdem zeigt Fig. 1 Tafel XXIV noch eine im Drehpfeiler-Mauerwerk für unvorhergesehene Fälle angebrachte, mit Spunthölzern ausgekleidete Thüröffnung. Fig. 1 Tafel XXIV ist so gezeichnet, als ob der Maschinenbetrieb für Rechts-Ausschwenken der Drehbrücke in Thätigkeit wäre, und geben die den Rädern und Wellen beigegebenen Pfeilrichtungen die Drehrichtung derselben in diesem Sinne an. Der Kolben des Umsteuerungscylinders IV hat hierbei dieselbe Stellung, wie in Fig. 1 Tafel XXV gezeichnet, d. h. die durch den Drehzapfen gehende Steuerstange d befindet sich in gesenkter Stellung. Das Kugelkipprohr ω hat hierbei die in Fig. 1

Tafel XXIV und Fig. 4 Tafel XXV gezeichnete Stellung: das Umsteuerungsventil ω_2 ist geschlossen und ω_3 geöffnet. In Fig. 1 und 2 Tafel XXV dagegen sind die Maschinentheile so gezeichnet, dass der Kniehebelmechanismus für Maschinenbetrieb für das Senken der Brückenenden in Thätigkeit ist, und geben die den Rädern, Wellen und Zugstangen beigesetzten Pfeile die diesem Sinne entsprechenden Bewegungsrichtungen an. Die Bewegung des Druckwassers durch den Windkessel, den Umsteuerungsapparat und die Wassermotoren erfolgt ebenfalls in der durch die Pfeile angegebenen Weise. Das Kugelkipprohr ω hat die in der Fig. 1 Tafel XXV gezeichnete Lage, welche zu der in Fig. 4 Tafel XXV gezeichneten entgegengesetzt ist, so dass also hierbei das Umsteuerungsventil ω_3 geschlossen und ω_2 geöffnet ist.

Die Oberansicht Fig. 2 Tafel XXV auf die Fahrbahn zeigt die Einsteigklappen Ω, durch welche man, je nachdem die Drehbrücke in ihrer einen oder in ihrer anderen um 180° hierzu gedrehten Ruhelage geschlossen ist, vermittelst der im Drehpfeiler angebrachten eisernen Leitern Θ bezw. Θ' (siehe Fig. 1 Tafel XX und Fig. 4 Tafel XXVI) ins Pfeilerinnere einsteigen kann.

Tafel XXVI.

Fig. 4 Tafel XXVI ist der Grundriss des entsprechenden Theiles von Fig. 1 Tafel XX und zeigt die Oberansicht auf den Drehpfeiler mit Schienen- und Zahnkranz, auf die Spurpfanne n_2 des Drehzapfens und die übrigen Maschinentheile im Drehpfeiler mit Weglassung des horizontalen Wassersteuercylinders XI und der stehenden Frictionsscheibenwellen p und p_1 mit Zubehör und Lagerung derselben u. s. w. (siehe auch Fig. 1 Tafel XXVI). Aus der Figur ist die Lage und Einmauerung der Wasser-Zu- und Ableitungsröhren VII und VIII zu den Wassermotoren, sowie auch die des Rohres X für die Pfeilerentwässerung für Leckwasser u. s. w. zu ersehen. Durch das Rohr X erfolgt auch die Abführung des Wassers, welches von den Wassersteuercylindern XI, q und q_1 verbraucht und von dem Sicherheitsventile Δ fortgelassen wird.

Bei der Vielseitigkeit der zum gröfsten Theile noch dazu sehr complicirten Mechanismen war einestheils deren Anordnung in den zur Verfügung stehenden beschränkten Räumlichkeiten mit den gröfsten Schwierigkeiten verbunden, indem dieselben anderentheils auch derart an die fertig ausgearbeiteten Eisenconstructionen anzupassen waren, dass sie mit denjenigen wichtigsten Constructionstheilen derselben nicht collidirten, welche eine Verschwächung nicht mehr zuliefsen. Dasselbe gilt auch von der Berechnung der Mechanismen, welche mit der gröfsten Vorsicht und Sorgfalt ausgeführt werden musste, da wegen der Neuheit derselben leicht Irrtümer möglich waren.

Als Beispiele hierfür seien angeführt:

1. Die Anordnung der Maschinentheile und die damit verbundene Auflageranordnung für den Drehzapfen in dem beschränkten Raume des Pfeilerinnern. Um der gestellten Anforderung — »die Drehbrücke zum Durchdrehen und zwar nach derselben Richtung hin einzurichten« — in möglichster Vollkommenheit zu genügen, musste man von der für Wasserbetrieb sonst üblichen Ausführungsweise, wonach diese Aufgabe durch zwei wechselseitig direct zur Wirkung kommende Cylinder, auf deren Kolben das Druckwasser einwirkt, erfüllt wird, eine Anordnung, wie sie in dem den Submissionsbedingungen beigegebenen Entwurfe zur Anwendung gebracht war, absehen, weil diese Anordnung höchstens eine Drehung um 180° beim Oeffnen und Schliefsen in der Weise ermöglicht, dass man beim Oeffnen der Brücke einmal rechts, das nächste Mal aber links aufdrehen lässt, und weil aufserdem die Kraftübertragung zum Heben der Brückenenden nur durch sehr complicirte Combinationen dabei sicher zu erreichen ist, und weil endlich auch in den beschränkten Räumen des Drehpfeilers die erforderlichen Cylinder und zugehörigen Mechanismen kaum unterzubringen wären.

Alle diese Schwierigkeiten wurden aber durch die Wahl von Betriebsmaschinen mit hoher Kolbengeschwindigkeit, wie hier diejenige Schmid'scher Wassermotoren, und deren Anordnung zu den anderen Mechanismen sofort beseitigt, so dass dadurch die Anforderungen des Durchdrehens in der vollkommensten Weise erfüllt werden, indem diese Einrichtung nicht nur ein beliebiges Rechts- bezw. Linksausdrehen ermöglicht, sondern indem man auch überhaupt die Drehbrücke in jeder beliebigen Lage anhalten und auch ganz nach Belieben beliebig vielemal rechts- oder linksherum drehen lassen kann.

2. Die eigentümliche Construction und Anordnung der Kniehebelmechanismen, deren Wahl wegen der aufserordentlichen Widerstandskräfte, welche mittelst derselben überwunden werden mussten, ganz besondere Schwierigkeiten verursachte. Bei dem gleichzeitigen Abheben beider Brückenenden entsteht nämlich mit Rücksicht auf die für das Pendelausheben erforderlichen Ueberhöhungen rechnungsmäfsig ein Druck von zusammen 140 t, und diese schon an sich beträchtliche Last wird unter Umständen noch dadurch bedeutend vermehrt, dass die den Sonnenstrahlen stärker als die untere Gurtung ausgesetzte obere Gurtung sich verhältnismäfsig mehr als jene verlängert und dadurch eine Verkrümmung der Hauptträgerenden nach unten hin bezw. eine Vermehrung der Endauflagerdrücke erzeugt.

Alle bekannten, gewöhnlich hierfür angewandten Mechanismen konnten für die bedingungsmäfsige Bewältigung dieser Last nicht zur Anwendung gebracht und mussten beim Construiren wieder verworfen werden, weil bei ihnen sich stets so grofse Zapfendurchmesser und infolge dessen so bedeutende Reibungswiderstände ergaben, dass damit den in den Bedingungen gestellten Anforderungen nicht entsprochen werden konnte. Erst durch die für die Ausführung gewählte Construction der Kniehebelbestandtheile, wie sie Fig. 2 Tafel XXVI und Fig. 5 Tafel XIX zeigen, welche nach Art der Gliederketten aus einer grofsen Anzahl scharnierartig in einander greifender, 9 mm dicker Stahlplatten bestehen, erhielt man kleine Zapfendurchmesser, welche inbezug auf den das Oelen der Zapfenfläche noch ermöglichenden Laibungsdruck, der im Maximum auf 1500 kg in Rechnung gestellt werden musste, auf 30 mm Durchmesser sich berechneten und inbezug auf Abscheerung noch kleiner hätten sein können. Mit dieser Construction der Kniehebel konnte denn auch, nachdem dieselben ferner noch mit einer mit Gegengewichten versehenen Hebelcombination verbunden waren, den Vertragsbedingungen rechnungsmäfsig entsprochen werden. Die Gröfse des Gegengewichtes und die Stellung der Gegengewichtshebel zur Kniehebelstellung sowie die in den verschiedenen einzelnen Stellungen der Kniehebeltheile auftretenden Reibungswiderstände, deren genaue Kenntnis für die Berechnung der Maschinenstärke und der Vorgelege erforderlich war, wurden auf graphischem Wege derart festgestellt, dass man durch Antragen des Reibungswinkels in den Detailzeichnungen für die einzelnen auf einander folgenden Stellungen der Kniehebelbestandtheile die bezüglichen Druckpunkte (Berührungspunkte) der Zapfen gegen die umschliefsenden Augen graphisch construirte und dann diese Punkte als

die ideellen Angriffspunkte (Stützpunkte) des zugehörigen geometrischen Zusammenhanges des Kniehebelsystems betrachtete, dessen Hebelarme für die einzelnen Kniehebelstellungen sich stets verändern und wegen der verschiedenen Lage dieser Angriffspunkte, welche beim Heben der Brückenenden auf der einen Seite der Zapfen liegen und beim Senken derselben auf die andere Seite der Zapfen sich verlegen, für das Heben wesentlich andere Reibungswiderstände, als beim Senken der Brücke, ergaben. Die Gröfse des Gegengewichts, die Gröfse und die Stellung der Hebel, welche zur Combination des Kniehebels mit dem Gegengewichtshebel erforderlich sind, wurden dann bei der graphischen Ermittelung auf dem Wege des Probirens so lange zu einander geändert, bis das günstigste Verhältnis ermittelt war, so dass dadurch in den verschiedenen Einsenkungen der federnden Brückenenden die diesen Einsenkungen entsprechenden Auflagerdrücke möglichst vollständig ausbalancirt wurden und nur die noch vorhandenen, gröfstentheils von den Reibungswiderständen herrührenden, mehrmals durch Null gehenden, abwechselnd als Zug oder Druck auftretenden Kräfte durch den Maschinen- und Handbetrieb zu überwinden übrig blieben, welche durch die einfache Anbringung und Construction des Gegengewichtshebels nicht weiter zu beseitigen waren, u. s. w. Die aus den einzelnen auf einander folgenden Kniehebelstellungen, wie angedeutet, graphisch gewonnenen Resultate wurden tabellarisch zusammengestellt und der Berechnung der Maschinenstärke und der für Handbetrieb erforderlichen Mannschaft und der dazu nöthigen Uebersetzungsverhältnisse zu Grunde gelegt.

3. Die schwierige Frage, wie die Kraftübertragung für den Kniehebelbetrieb von den Motoren im Innern des Drehpfeilers auf den Kniehebelmechanismus zu bewirken sei?

Hierfür musste man vor allem zunächst darauf bedacht sein, die auf beiden Enden der Brücke beim Heben und Senken auftretenden, gleich grofsen Kräfte durch die anzuwendenden Bewegungsmechanismen in sich selbst aufzuheben, was durch die Anordnung der mit Rechts- und Linksgewinde versehenen, zwischen den Hauptquerträgern angeordneten Schraubenwelle u, durch welche vermittelst der Schrauben-Zug- und Schubstangen u_2 und u_3 die Kraftübertragung nach den Kniehebeln bewirkt wird, vollkommen erreicht ist. Dann aber war es nötig, den Contact der Kniehebelmechanismen mit den Motoren, wie in der Ausführung auch geschehen, nur in der Ruhelage der geschlossenen Brücke bewerkstelligen zu können.

Durch diese Einrichtung war man gesichert, dass ein unvorsichtiges Handhaben dieser Mechanismen und dadurch mögliche Collisionen beim Ein- und Ausschwenken der Brücke ausgeschlossen bleiben. Die Anwendung der Frictionsscheibenkupplung für Herstellung des Contactes der Kniehebelmechanismen mit denen der Motoren ermöglichte einen jederzeit und in jeder beliebigen Stellung der Kniehebel sicheren Angriff der Kraftübertragung, welche sich als sehr genau wirkend ganz vorzüglich bewährt hat.

4. Es ist ferner noch auf die Construction des Schienenkranzes für die Lauf- und Stützräder hinzuweisen, der wegen des Durchdrehens der Drehbrücke, d. h. deshalb, weil dieselbe sowohl in der einen, als auch in der um 180° ausgeschwenkten Lage auf den Pendelauflagern beider Strompfeiler stets genau passen musste, mit Stellvorrichtung zu versehen war, die ein ganz genaues Einstellen der Schienenbahn in eine horizontale Ebene ermöglichte. Wegen des verlangten Durchdrehens der Drehbrücke durfte ein Schiefhängen derselben beim Ausschwenken, womit ein gröfserer Spielraum zwischen der sich drehenden Brückenconstruction und den festen Auflagertheilen erzielt wird, hier nicht stattfinden, und war deshalb auch eine Entlastung des Drehzapfens in der Ruhelage der Brücke nicht erreichbar, wie dieses beides sonst bei Drehbrücken der Fall ist.

(Schluss folgt.)

Ueber die Präcisionssteuerung, Patent Proell, und ihre verschiedenen Anwendungen und Combinationen.

Von Dr. Proell und Scharowsky, Ingenieurbüreau Dresden.

(Fortsetzung von Seite 151.)

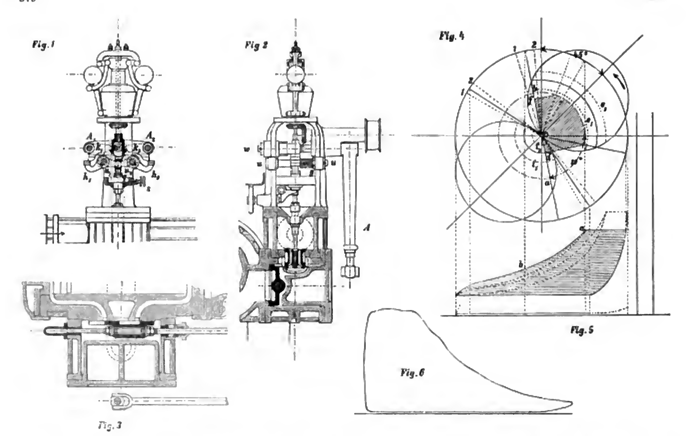
In Heft 3 dieser Zeitschrift von diesem Jahrgange gaben wir eine Beschreibung der Präcisionssteuerung, Patent Proell, und ihrer Einwirkung auf zwei getrennte Einlassventile bezw. Schieber, in Combination mit zwei getrennten Auslassorganen. Wichtig durch ihre Einfachheit und durch die Möglichkeit der Erreichung eines hohen, allen billigen Anforderungen noch vollkommen genügenden ökonomischen Effectes erscheint uns die Combination unserer Präcisionssteuerung mit einem einzigen Ventil, welches mit einem Vertheilungsschieber zusammen arbeitet. Die über diese Combination im Jahrgange 1879 der Zeitschrift, Seite 385, und Jahrgang 1880, Seite 425 gemachten Angaben möchten wir in folgendem nach zwei Richtungen hin vervollständigen, und zwar nach der constructiven Seite der Combination, das ist des vollständigen Expansionsregulirapparates, (von uns schlechtweg Corlissapparat genannt) und nach derjenigen der gesammten Steuerung und der Wahl ihrer Dimensionen.

Was die erste Richtung anbelangt, so sind die constructiven Verbesserungen und Vereinfachungen des Expansionsapparates aus Fig. 1 und 2 leicht ersichtlich.

Infolge der Anwendung eines einzigen Ventils sind die beiden Hebel h_1 h_2 nach innen gekehrt und greifen in den Kopf i der Ventilstange. Durch Oscillation des Hebels A um die Welle w (Fig. 2) gelangt abwechselnd von einer der beiden in A_1 A_2 drehbar aufgehängten Klinken k_1 k_2 der Excenterdruck auf die Hebel h_1 h_2, die bei jedem Kolbenhube das Ventil einmal mit entsprechender Voreilung anheben. Die Bewegung der Klinken, die Beeinflussung derselben durch den Regulator, dieser selbst sowie sein Antrieb sind vollständig ungeändert geblieben. Auch hier zeichnet sich somit die Construction durch die unmittelbare und energische Verstellung der Expansion durch den Regulator und durch verhältnismäfsig breites und sicheres Aufsetzen der Klinken bei geringer Geschwindigkeit der Stahlnasen aus. Die gröfste Einfachheit in der Construction wurde durch die directe Uebertragung des Klinkendruckes zum Anheben des Ventils mittelst der beiden gegeneinander gekehrten Hebel und durch die Anordung des Anhebekopfes oberhalb des Luftpuffers erzielt. Infolge dessen konnte der Cylinder desselben mit dem Gestell des Apparates aus einem Stücke gegossen werden und dadurch die frühere gesonderte Befestigung des Cylinders erspart werden. Die freie Lage des Cylinders gestattete reichliche Abmessungen, und der Wegfall aller weiteren Uebertragungshebel und Gleitstücke machte die Stopfbüchse leicht zugänglich, eine für die bequeme Behandlung des Apparates sehr erwünschte Zugabe. Die beiden Spiralfedern, welche das Zuschnappen des Ventils nach erfolgter Auslösung besorgen, sind hier als Schraubenfedern ausgebildet, welche direct auf die Hebelwellen u_1 und u_2 gesteckt sind. Diese Federn m, von denen die eine links, die andere rechts gewickelt ist, stemmen sich einerseits gegen den Befestigungskeil der Hebel, andererseits gegen einen Stift in der Büchse g (vergl. Fig. 2), welche, mit einem Sechskantkopf versehen, mittelst eines Schraubenschlüssels leicht behufs Nachspannens der Federn gedreht werden kann. Die Büchse g wird in ihrer Stellung durch eine Schraube festgehalten.

Die Federn werden in der Richtung der Spirale während des Aufhubes des Ventils gespannt.

Der bei der älteren Construction bereits vorhandene Winkelhebel mit Spindel und Handrad zum künstlichen Anheben des Ventils ist beibehalten worden. Bei gröfseren Apparaten und bei Anwendung hohen Druckes ist die Spindel



des Handrades mit einer steifen Spiralfeder ausgerüstet, deren Federung von aufsen einstellbar ist. Diese Feder hat denselben Zweck, wie die bei der vollständigen Ventilsteuerung im Luftpuffer angebrachte (vergl. Fig. 1 u. 5 Tafel X in Heft 3 d. Ztschr.). Sie dämpft im Verein mit dem Luftpuffer den Ventilschlag fast ganz ab. Bei kleineren Apparaten kann diese Vorrichtung entbehrt werden. Wichtig ist das leichte Einstellen der Stahlnasen mittelst der Mutter und Schraube bei q. Durch Lösung der Gegenmutter und Drehung des Sechskantes kann der Hebekopf des Ventils mehr oder weniger tief in den Luftpuffercylinder eingeschraubt und dadurch die Zeit des Anhubes des Ventils entsprechend der nothwendigen und wünschenswerthen Voreilung genau einjustirt werden. Durch diese centrale Verstellbarkeit ist die getrennte der beiden Stahlnasen entbehrlich geworden, was auch wegen der vollständig symmetrischen Anordnung und Wirkung des Apparates am naturgemäfsesten erschien. s ist die übliche Luftschraube zum einstellen des Luftpuffers. Auch bei dieser Construction ist beim Betriebe durch das Vertheilungsexcenter $^1/_3$ Füllung, bei Betrieb durch ein besonderes passend aufgekeiltes Excenter 0,6 Füllung im Maximum zu erreichen.

Durch die so wesentlich vereinfachte Construction des Apparates hat derselbe an Zuverlässigkeit in der Wirkung und Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung ganz erheblich gewonnen, da es möglich war, sowohl die Steuerwelle als die Hebelwelle entsprechend stark zu bemessen und sicher und breit zu lagern.

Diese neue Construction ist von dem Eisenwerk Lauchhammer bereits ausgeführt worden und hat sich nach jeder Richtung hin ausgezeichnet bewährt.

Fig. 6 zeigt das von der Betriebsmaschine in Lauchhammer, auf welcher der Apparat arbeitet, abgenommene Indicatordiagramm, welches inbezug auf scharfen Abschluss und Verlauf der Expansionscurve nichts zu wünschen übrig lässt.

Bei der Ausrüstung alter Schiebermaschinen mit diesem Apparate, bei denen also die Vertheilung des Dampfes nach den Cylinderenden und der Austritt desselben durch einen einfachen Vertheilungsschieber geregelt wird, während das Ventil des Apparates die jeweilige Cylinderfüllung giebt, kann wegen des gröfseren, nicht zu umgehenden schädlichen Raumes (der Dampf expandirt vom Ventil durch den Schieberkasten) selbstverständlich nicht der höchste ökonomische Effect erzielt werden. Bei variabler Belastung ist ein je nach dem Grade und der Dauer der zeitweiligen Entlastung der Maschine geringerer oder höherer Effect zu erwarten (vergl. Jahrg. 1881 d. Zeitschr. »Ueber die durch Expansionsregulirung bei den Dampfmaschinen zu erreichenden Vortheile« von Dr. R. Proell, S. 403 u. ff.). Es liegt nun die Frage nahe, ob man beim Entwurf neuer Maschinen oder im Falle einer Neuconstruction des Schiebers nebst Schieberkasten und Excenter den Uebelstand der Expansion des Dampfes im Schieberkasten mit Belassung des Ventiles am Apparate durch geeignete Wahl der in Betracht kommenden Verhältnisse nicht soweit herabmindern kann, dass das gewählte Steuerungssystem als ökonomisch günstig und fast gleichwerthig mit einer mit vier getrennten Vertheilungsorganen arbeitenden Präcisionssteuerung erachtet werden kann. Dies ist in der That möglich und in dieser zweiten Richtung haben wir unser System zu untersuchen.

Aus Fig. 2 und 3 ist ersichtlich, dass zunächst durch geeignete Construction des in den Schieberkasten hineinragenden Schieberkastendeckels und durch möglichst tiefe Lagerung des Ventiles der schädliche Raum im Schieberkasten ganz erheblich vermindert werden kann. Es hält durchaus nicht schwer, denselben auf 0,15 des Cylindervolumens zu bringen. Hierbei bleiben noch genügend weite Durchgangskanäle für die Zuströmung des Dampfes zum Cylinder. Es ist ferner wichtig, im Schieberkasten durch frühzeitigen Abschluss des Dampfes durch den Vertheilungsschieber möglichst hochgespannten Dampf zurückzubehalten, um beim folgenden Hube möglichst an Dampf zur Ausfüllung des schädlichen Raumes zu sparen. Ein frühzeitiger Abschluss, etwa bei 0,6 des Kolbenhubes, ist leicht durch entprechend grofse äufsere Ueberdeckung und Voreilung des Vertheilungsschiebers zu erreichen. Die gleichzeitig dabei auftretende hohe Compression schreibt indes die Grenze vor, die etwa bei dem gewählten Füllungsverhältnis von 0,6 des Kolbenhubes liegt. Fig. 5 zeigt das theoretische Diagramm mit 0,25 Füllung durch das

Ventil, 0,6 Abschluss durch den Vertheilungsschieber, 0,22 Austritt des Auspuffdampfes und 0,22 Compressionsweg des Kolbens. Die Expansionscurve zeigt bei b einen Knick, der von dem Umstande herrührt, dass auf der Strecke ab der Dampf vom Ventil aus expandirt, von b an aber vom Vertheilungsschieber. Beträgt die Admissionsspannung im Cylinder z. B. 5^{atm} absolut, so bleibt im Schieberkasten durch den frühzeitigen Abschluss Dampf von $2{,}6^{atm}$ absoluter Spannung zurück; der bei einem neuen Hube einströmende Dampf mischt sich mit diesem, wobei der Verlust durch Condensation wegen der nur wenig von einander verschiedenen Temperaturen als sehr gering aufser Betracht gelassen werden kann. Denken wir uns den im Schieberkasten zurückgebliebenen Dampf von $2{,}6^{atm}$ Druck auf 5^{atm} comprimirt, so erfüllt derselbe angenähert einen Raum von $Z = \frac{0{,}15 \,.\, 2{,}6}{5} = 0{,}078$. Wenn während der Compressionsperiode der Auspuffungsdampf von $1{,}2^{atm}$ Spannung aus einem Raume von 0,25 in einen Raum von 0,05 auf 5^{atm} Admissionsspanoung comprimirt wird, so nimmt derselbe einen Raum von $(0{,}22 + 0{,}05)\frac{1{,}2}{5} = 0{,}27 \,.\, 0{,}24 =$ rot. 0,065 ein; wir nehmen an, dass der schädliche Raum eines Cylinderkanals 0,05 beträgt. Nach Wiedereröffnung durch den Schieber tritt also hochgespanntcr Dampf von 5^{atm} Spannung noch in den Schieberkasten und erfüllt hier einen Raum $= 0{,}065 - 0{,}05 = 0{,}015$. Der frisch einströmende Admissionsdampf hat also nur noch einen Raum von $0{,}15 - 0{,}078 - 0{,}015 = 0{,}057$ zu füllen. Der gesammte Füllungsraum bei jedem Hube beträgt somit $0{,}25 \times 0{,}057 = 0{,}307$ des Cylindervolumens. Bei vollständiger Expansionsregulirung mit 4 getrennten Vertheilungsorganen oder Meyerschen Expansionsplatten würde bei Annahme von $^1/_{20}$ schädlichem Raume und gleicher Compression der bei jedem Hube mit frischem Dampfe zu füllende Raum im Cylinder $0{,}25 - 0{,}015 = 0{,}235$ des Cylindervolumens betragen.

Im ersten Falle misst das Indicatordiagramm 466^{qmm}; im zweiten Falle, in welchem die Expansionscurve des Dampfes schneller fällt, 426^{qmm}. Dividiren wir den Füllungsraum durch die Diagrammfläche, so erhalten wir einen Quotienten, der offenbar proportional der pro Arbeitseinheit verbrauchten Dampfmenge ist. Im ersten Falle ist derselbe $\frac{0{,}307}{466} =$ rot. 0,000660, im zweiten Falle $\frac{0{,}235}{426} =$ rot. 0,000552. Unser System arbeitet somit um $\left(\frac{0{,}000660 - 0{,}000552}{0{,}000552}\right) \cdot 100 = \frac{0{,}0108}{0{,}000552} = 19{,}56$ pCt. unvortheilhafter als die Systeme mit vollkommener Expansionsregulirung. Diese Differenz verschwindet aber fast ganz, wenn wir den Vortheil bestimmen, der in beiden Fällen gegenüber der Regulirung durch Drosselung bei fester Expansion gewonnen wird. Nehmen wir z. B. an, dass durch vollständige Expansionsregulirung gegenüber der Drosselregulirung 30 pCt. gewonnen werden, so gewährt unser System letzterer gegenüber einen Vortheil von $30\,(1 - 0{,}1956) = 24{,}132$ pCt. = rot. 24 pCt.

Die erhaltenen Werthe beziehen sich auf freien Auspuff. Aehnlich gestalten sie sich bei Anwendung von Condensation. In diesem Falle ist bei unserem System der Inhalt der Diagrammfläche 770^{qmm} und der Füllungsraum für frischen Dampf angenähert

$$0{,}25 + 0{,}05 + 0{,}15 - 0{,}078 = 0{,}372.$$

Wegen des geringen Compressionsdruckes am Ende des Hubes können wir die Beeinflussung der Gröfse des schädlichen Raumes als verschwindend klein betrachten.

Bei vollständiger Expansionsregulirung beträgt der Inhalt der Diagrammfläche 726^{qmm} und der mit frischem Dampfe zu füllende Raum $0{,}25 + 0{,}05 = 0{,}3$, somit folgt für den ersten Fall $\frac{0{,}372}{770} = 0{,}000483$, für den zweiten Fall $\frac{0{,}3}{726} = 0{,}000413$. Im Falle der Condensation arbeitet demnach unser System um $\left(\frac{0{,}000483 - 0{,}000413}{0{,}000413}\right) 100 = \frac{0{,}070}{0{,}000413} =$ rot. 17 pCt. unvortheilhafter als die Systeme mit vollkommener Expansionsregulirung, d. h. wenn durch letztere der Drosselregulirung gegenüber in einem bestimmten Falle beispielsweise 30 pCt. an Dampf gespart werden, so gewährt die Anwendung unseres Systems eine Ersparnis von $30\,(1 - 0{,}17) = 24{,}9$ oder rot. 25 pCt.

In Anbetracht der Thatsache, dass Condensationsmaschinen meistens mit geringerer Füllung arbeiten als Maschinen mit freiem Auspuff, bei geringeren Füllungen aber der Einfluss des schädlichen Raumes bei unserem System offenbar zunimmt, erscheint es wichtig, auch noch diesen Fall zu untersuchen.

Nehmen wir z. B. an, dass die Maschine mit 6^{atm} Anfangsdruck (absolut) und $^1/_8$ Füllung arbeitet, so würde bei gleicher Kanalöffnung bezw. Abschluss durch den Vertheilungsschieber wie früher im Falle des freien Auspuffes bei unserem System die Diagrammfläche 404^{qmm}, im Mafsstabe der Fig. 5 construirt, betragen. Die Spannung des im Schieberkasten zurückbleibenden Dampfes würde $2{,}2^{atm}$ betragen. Denken wir uns denselben auf 6^{atm} Admissionsdruck comprimirt, so würde derselbe angenähert einen Raum von $Z = \frac{0{,}15 \,.\, 2{,}2}{6} = 0{,}055$ einnehmen. Da ferner durch Compression der schädliche Raum des Cylinderkanals (0,05) um den Betrag von $\frac{0{,}22 \,.\, 1{,}2}{6} = 0{,}044$ reducirt wird, so bleibt ein mit frischem Dampfe zu füllender schädlicher Raum von $0{,}15 - 0{,}055 + (0{,}05 - 0{,}044) = 0{,}101$, also pro Hub ein totaler Füllungsraum von $^1/_8 + 0{,}101 = 0{,}226$ übrig. Bei vollständiger Expansionsregulirung und gleichartiger Dampfvertheilung würde die Diagrammfläche 302^{qmm} und der pro Hub mit frischem Dampfe zu füllende Raum $^1/_8 + 0{,}05 - 0{,}044 = 0{,}125 + 0{,}006 = 0{,}131$ betragen. Für unser System ergiebt sich somit der Quotient aus Diagrammfläche in den Füllungsraum zu $\frac{0{,}226}{404} =$ rot. 0,000559 und für vollständige Expansionsregulirung zu $\frac{0{,}131}{302} =$ rot. 0,000433. In diesem Falle arbeitet somit unser System um $\left(\frac{0{,}000559 - 0{,}000433}{0{,}000433}\right) 100 = 29$ pCt. unvortheilhafter. Gewährt die vollständige Expansionsregulirung der Drosselregulirung gegenüber beispielsweise 30 pCt. Vortheil, so gewährt unser System $30\,(1 - 0{,}29) = 30 \,.\, 0{,}71 = 21{,}3$ pCt. Vortheil.

Bei Anwendung von Condensation ergeben sich folgende Werthe:

1. für unser System: Inhalt der Diagrammfläche $= 710^{qmm}$.

   Füllungsraum für frischen Dampf
   $$= 0{,}125 + 0{,}05 + 0{,}15 - 0{,}055 = 0{,}270.$$
   Es ist somit $\frac{0{,}270}{710} = 0{,}000380$;

2. für vollständige Expaosionsregulirung: Inhalt der Diagrammfläche $= 608^{qmm}$.

   Füllungsraum für frischen Dampf
   $$= 0{,}125 + 0{,}05 = 0{,}175.$$
   Es ist somit $\frac{0{,}175}{608} =$ rot. 0,000288.

Unser System arbeitet also in diesem Falle

$$\left(\frac{0{,}000380 - 0{,}000288}{0{,}000288}\right) 100 = \frac{0{,}0092}{0{,}000288} = \text{rot. } 32 \text{ pCt.}$$

unvortheilhafter als die Systeme mit vollkommener Expansionsregulirung. Die 30 pCt. Vortheil, welche letztere der Drosselregulirung gegenüber bieten würden, reduciren sich somit bei Anwendung unseres Systems auf

$$30\,(1 - 0{,}32) = 30 \,.\, 0{,}68 = 20{,}4 \text{ pCt.}$$

Diese vergleichenden Rechnungen lehren, dass sich der Grad der unserem System anhaftenden Unvollkommenheit mit der im Cylinder angewandten Expansion vergröfsert und bei geringeren Füllungen auch mit Anwendung der Condensation. Aus diesem Grunde möchten wir die Anwendung dieses Systems besonders für Maschinen von kleinerer und mittlerer Stärke bis etwa 40 Pferdestärken empfehlen, darüber hinaus aber die Combination des Expansionsapparates mit zwei getrennten Einlassorganen.

Das vorliegende System besitzt indes drei werthvolle, praktische Eigenschaften, die wir der Erwähnung für werth halten.

Die erste erblicken wir in dem Abschlusse des Dampfes durch zwei Steuerungsorgane. Eine etwa mit der Zeit

eintretende Dampflässigkeit des Ventiles beeinflusst bei dichtschliefsendem Schieber die Arbeit im Cylinder nur auf 60 pCt. des Kolbenhubes. Die Differenz der Dampfdrücke über und unter dem Ventil erreicht einen durch den Abschluss des Vertheilungsschiebers bestimmten Grenzwerth, der stets kleiner ist als bei einer completen Ventilmaschine, wo der Gegendruck bei freiem Auspuff 1,2^{atm}, bei Condensation 0,1^{atm} beträgt. Eine Dampflässigkeit eines oder beider Ventile kann in diesem Falle mehr Effectverluste geben als bei unserem Systeme.

Die zweite werthvolle Eigenschaft erblicken wir in dem Umstande, dass durch den Expansionsapparat als geschlossenes Ganze der wichtigste Theil der Steuerung zur Handelsware gemacht werden kann, der von jedem Fabrikanten käuflich bezogen werden kann, und durch dessen Anwendung an seinen Dampfmaschinen er in den Besitz einer erprobten, allen billigen Anforderungen genügenden und in der Herstellung billigen Präcisionssteuerung gelangt, ohne die mit der praktischen Ausbildung und Erprobung eines der vielen neuerdings erfundenen und patentirten Systeme verbundenen Unannehmlichkeiten und Kosten auf sich nehmen zu dürfen. Namentlich für den kleineren Maschinenfabrikanten ist der fertige Bezug des Expansionsapparates mit ganz erheblichen Vortheilen verknüpft.

Die dritte werthvolle Eigenschaft besteht in der Möglichkeit, durch richtiges Einjustiren des Vertheilungsschiebers sowohl für den Hingang als Rückgang des Kolbens gleichen Abschluss durch den Schieber und gleiche Compression zu erhalten.

Wenn man, wie es üblich ist, den Vertheilungsschieber beiderseits mit gleich grofsen Ueberlappungen versieht und seine Mittelstellung zum Schieberspiegel am Cylinder mit dem mittleren Ausschube des Excenters zusammenfallen lässt, so ist der Abschluss sowohl des einströmenden als auch des ausströmenden Dampfes für beide Kolbenhübe wesentlich verschieden, was seinen Grund in der endlichen Länge der Pleuelstange hat. Durch Aufzeichnung des Diagrammes der Kurbelbewegung kann man rückwärts mit Zuhülfenahme des Zeunerʼschen Schieberdiagrammes für jede Seite des Schiebers diejenige äufsere Ueberdeckung e und innere i finden, für welche der Abschluss des einströmenden und ausströmenden Dampfes beim Hingang und Rückgang genau bei derselben Stellung des Kolbens eintritt. Im Diagramme Fig. 4 sind die 4 Deckungskreise e_1 e_2 i_1 i_2 einpunktirt. der Austritt des expandirenden Dampfes sowie der Eintritt des Admissionsdampfes erfolgt für beide Kolbenhübe nunmehr ungleichmäfsig. Beides hat auf die Gröfse des Diagrammes einen nur geringen Einfluss und ändert kaum die Gröfse der Arbeitsleistung im Cylinder. Wenn die Verschiedenheit des Austrittes des expandirten Dampfes gar nicht in Betracht kommt, so ist dies mit der Voreröffnung nicht so ohne weiteres der Fall. Eine starke Voreröffnung auf der einen Seite könnte immerhin Stöfse in die Maschine bringen. Nun ist aber zu beachten, dass die Zeit der Voreröffnung ganz allein durch Anheben des Ventiles geregelt werden kann. Oeffnet also der Schieber eher als das Ventil, so strömt nur Dampf von schwacher Spannung in den Cylinder, während der Zutritt des hochgespannten Admissionsdampfes durch das Ventil bei beiden Kolbenhüben genau zu derselben Zeit erfolgen kann.

Im Diagramme sind mit den Ziffern 1, 2 die Kurbelstellungen angedeutet, welche in ihrem Schnitte mit den Schieberkreisen die Deckungskreise bestimmen. Dem Diagramme nach ist nun aber sehr angenähert

$$e_2 - e_1 = i_1 - i_2$$

daraus folgt . . . . $e_1 + i_1 = e_2 + i_2$

addiren wir beiderseits

die Kanalweite . . $+ a = + a$

so folgt $e_1 + a + i_1 = e_2 + a + i_2$;

das sind aber die Breiten der beiden Spiegelflächen des Schiebers. Wir gelangen somit zu der hochinteressanten Thatsache, dass bei den gewählten Verhältnissen in der Schieberbewegung ($\delta = 45^0$, Füllungsgrad $= 0,6$) der Schieber nur um das Mafs $\frac{e_2 - e_1}{2} = \frac{i_1 - i_2}{2}$ aus der Mitte nach

der Deckelseite verschoben und in dieser Lage an der Stange befestigt zu werden braucht, während sich das Excenter in der Mitte des Ausschubes befindet, um gleichen Abschluss sowohl des einströmenden als des ausströmenden Dampfes zu erhalten, also fast gleiche Diagramme für beide Cylinderseiten, soweit deren Gröfse vom Vertheilungsschieber abhängig ist. Dadurch gelangt eine grofse Gleichförmigkeit hinsichtlich der Arbeitsleistung in den Cylinder, die bei anderen Systemen nur mit grofsen Complicationen zu erreichen ist.

Schliefslich bemerken wir noch, dass die im Diagramme Fig. 4 schraffirte Fläche die Bewegung des Ventiles darstellt. Da die Bewegung der Stahlnasen der Klinken im Expansionsapparat im verticalen Sinne, also auch des Ventiles wegen des unmittelbaren Zusammenhanges mit der Excenterbewegung eine Sinusbewegung ist, so ist klar, dass die Ventilstellungen durch Projection eines Kreisbogens auf den Schenkel des Winkels erhalten werden können, der im Diagramm denselben Winkel (von 80^0) mit der horizontalen einschliefst, um welchen das Expansionsexcenter der Kurbel voraneilt. Der Anhub des Ventils erfolgt bei dem angegebenen Winkel bereits vor der mittleren Stellung des Steuerhebels im Apparate. Die Strecke $c\,d$ im Diagramm giebt somit die Ueberdeckung der miteinander arbeitenden Stahlnasen bei mittlerer Stellung des Steuerhebels und ausgelösten Klinken, die Strecke $d\,f$ den totalen Hub des Ventiles (der gleich derjenigen der Stahlnasen ist, weil die Hebel h gleicharmig sind) und die Strecke $a\,b$ den totalen Ausschlag des Steuerhebels, der wegen des kleinen Centriwinkels gradlinig betrachtet werden kann. Wir hoffen, auch über dieses System demnächst Erfahrungs- und Betriebsresultate veröffentlichen zu können.

Ueber Prüfung und Wahl der Schmiermaterialien.

Vorgetragen vom Königl. Ober-Maschinenmeister R. Jähns in der Märzversammlung des Cölner Bezirksvereines.

(Hierzu Textblatt 1.)

In der Wirthschaftsrechnung des Eisenbahnbetriebes und auch anderer industrieller Betriebe stellen die Kosten für Schmierung der Fahrbetriebsmittel und sonstigen Maschinen bekanntlich verhältnismäfsig bedeutende Summen dar. Man ist daher stets bestrebt gewesen, diejenigen Organe, welche der Schmierung unmittelbar dienen, also Axbüchsen und Lager, im allgemeinen immer vollkommener zu gestalten, wobei die Rücksichten auf die denkbar günstigste Ausnutzung des Schmiermaterials, wie auch die auf den Schutz vor zufälligen Verlusten während der Arbeit desselben leitend sein mussten; von weiterem wesentlichem Einfluss auf die Gestaltung der einzelnen Constructionen wurde dabei die physikalische Beschaffenheit des im einzelnen Falle angewendeten Schmiermaterials.

Der praktische Erfolg aller dieser hauptsächlich die Construction der Axlagerbüchsen und die zweckentsprechende Verwendung der Schmiermaterialien betreffenden Bestrebungen ist aber nur gesichert, so lange das verwendete Schmiermaterial selbst inbezug auf seine physikalischen und chemischen Eigenschaften zweckentsprechend gewählt werden kann. Die Wahl des Schmiermaterials ist daher eine Sache von gleich grofser Bedeutung, wie es die constructiven Bestrebungen an sich sind.

Der Zweck der Anwendung des Schmiermaterials ist allgemein die Umhüllung zweier auf einander arbeitender Metallflächen zur Verminderung ihrer Reibung, um sowohl Arbeit zu gewinnen, als auch diese Flächen dauernd arbeitsfähig zu erhalten.

Die allgemeinen Gesichtspunkte, von welchen bei der Wahl eines Schmiermaterials ausgegangen werden muss, sind hierdurch bestimmt bezeichnet, und der Weg, welchen die derselben vorausgehende Prüfung oder Untersuchung zu nehmen haben wird, dadurch ebenfalls vorgeschrieben; die Untersuchung wird sich mithin allgemein mit der Beantwortung der beiden folgenden Hauptfragen zu beschäftigen haben:

1. Ist die Fähigkeit eines bestimmten Schmiermaterials, die Reibung zwischen zwei Metallflächen zu verringern, einem gewissen Zwecke entsprechend in genügendem Grade vorhanden?

2. Hat das betreffende Schmiermaterial die Fähigkeit, in einem dem bestimmten Zwecke entsprechenden Grade den Einwirkungen derjenigen Arbeit auf genügende Dauer hin zu widerstehen, welche es bei seiner Verwendung zu verrichten hat?

Zur Erläuterung des in der letzten Frage aufgenommenen Begriffes »der Arbeit«, welche das Schmiermaterial zu verrichten hat, muss man sich vorstellen, dass die zwischen den beiden auf einander reibenden Metallflächen befindliche Schicht desselben immer eine gewisse, wenn auch aufserordentlich geringe Dicke, eine solche von capillarer Dimension hat.

Denkt man sich nur, um den Vorgang genauer zu verfolgen, es seien in Figur 1 die Linien *ab* und *cd* die Projectionen zweier aufeinander arbeitender Flächen eines Lagers und eines Zapfens, und der zwischen beiden vorhandene Zwischenraum die dünne Schicht des Schmiermaterials.

Die Adhäsion des Schmiermaterials an den beiden Flächen ist dabei stets gröfser als die Cohäsion in der Schmiermaterialschicht.

Bei der Drehung des Zapfens geschehen die relativen Bewegungen im Sinne der Pfeile entgegengesetzt zu einander, und nehmen daher die den Flächen zunächst liegenden und an diese adhärirenden Schichten des Schmiermaterials ebenfalls entgegengesetzte Bewegungen an, was ein Zerreifsen der Schicht in sich zur Folge hat, in welcher also die Cohäsion des Schmiermaterials als Widerstand auftritt, dessen Arbeit beginnt, sobald die Schicht, d. h. Zapfen und Lager in Bewegung kommen. Diese innere Arbeit ist die vorher bezeichnete.

Wie jede innere Arbeit, so auch setzt sich diese Arbeit in der Schicht theils in Wärme um, theils aber auch verändert sie die chemische Affinität der einzelnen Bestandtheile des Schmiermaterials, bewirkt Zersetzungen und damit Veränderungen der physikalischen Eigenschaften desselben und führt das herbei, was wir die Abnutzung nennen.

Einer anderen Wirkung als dieser ist überhaupt die Schicht eines Schmiermaterials zwischen zwei sich reibenden Flächen nicht ausgesetzt, und es muss daher rationell erscheinen, gerade die Beobachtung dieser Wirkung der Untersuchung über die Widerstandsfähigkeit eines Schmiermateriales, über seine Dauerhaftigkeit zu Grunde zu legen. Es muss daher auch eine solche mechanische Prüfungs- und Untersuchungsmethode den vielfach noch gebräuchlichen, vorwiegend chemischen Methoden vorgezogen werden, weil die Resultate der mechanischen Prüfung die Wirkungen aller sonst nicht erkennbaren und nicht verfolgbaren inneren Vorgänge in ihrer für die Praxis werthvollen Summe sofort zum Ausdruck kommen lassen. Immerhin ist es möglich, dass der Werth der chemischen Untersuchung in Zukunft ein höherer werden kann, wenn sie sich eng an die mechanische anschliefst, um auch von ihrem Standpunkte aus neue Gesichtspunkte für die richtige Erkennung von Ursache und Wirkung, also für die Zusammensetzung und Verwendbarkeit der Schmiermaterialien zu gewinnen, wie sie die Praxis der Schmiermaterialien verlangt. Das Bestreben, die mechanische Prüfung und Untersuchung der Schmiermaterialien zu einer wirklichen Methode zu gestalten, ist erst eigentlich im letzten Jahrzehnt an die Oeffentlichkeit getreten, und zwar gesteigert durch die wachsende Erkenntnis der enormen wirthschaftlichen Bedeutung der Folgen derartiger Untersuchungen oder deren Unterlassung. Noch heute aber sind methodische Anschauungen über dieselben selten zu finden, und noch seltener Apparate, welche den Zwecken einer rationellen Methode entsprechend zu dienen im Stande sind.

Noch viele Consumenten bedeutender Mengen von Schmiermaterialien prüfen dieselben nur durch die Praxis, diese aber hier in einem anderen Sinne verstanden, als oben.

Man lässt z. B., um die Verwendbarkeit eines Schmiermateriales zu prüfen, Wochen und Monate lang Lager laufen, entweder in Transmissionen oder unter Eisenbahnwagen, und beobachtet den Verbrauch.

Versuche der Art nehmen nicht allein verhältnismäfsig lange Zeit in Anspruch, sondern sind auch in vieler Beziehung unzuverlässig, da die für den Versuch erforderliche, persönliche oder mechanisch vermittelte Bedienung des Versuchsobjectes auf längere Zeit kaum mit der Regelmäfsigkeit und in der Vollkommenheit überhaupt wird herbeigeführt und überwacht werden können, wie solche nothwendig ist, weil die entstellenden Einflüsse der unvermeidlichen Feinde solcher Versuche: wechselnde Kälte und Wärme und Staub in vielen Fällen nicht abzuwehren sind.

Eine rationelle Methode muss sich also von all diesen Einflüssen frei zu machen suchen, und leitet diese Rücksicht darauf, die Untersuchung in möglichst kurzer Zeit durchzuführen, womit aufserdem dem wirthschaftlichen Zwecke der Untersuchung, welcher möglichst schnelle Entscheidung erwünscht macht, am besten gedient ist.

Die Untersuchung wird sich daher am zweckmäfsigsten auch mit einer möglichst kleinen Quantität des betreffenden Schmiermaterials zu befassen und die Methode, wie auch die Construction der dieser entsprechend zu verwendenden Prüfungs- und Untersuchungs-Apparate diesem Umstande besonders Rechnung zu tragen haben.

Der auf Textblatt 1 Seite 387 u. 388 dargestellte Prüfungs-Apparat (D. R.-P. No. 14116) ist nun mit besonderer Rücksicht auf die Bedingungen, welche eine Untersuchungs-Methode in dem bezeichneten Sinne stellt, construirt, und zwar gleichzeitig den beiden unter 1 und 2 angegebenen Zwecken entsprechend.

Zur Ermittelung der Fähigkeit des Schmiermaterials, die Reibung zweier auf einander gleitender Flächen zu vermindern, dient der mit *a* bezeichnete Theil des hohlen Zapfens *x*, Fig. 6.

Um möglichst wechselnde Einflüsse der Verschiedenheiten des Zustandes der Oberflächen der beiden gleitenden Flächen fern zu halten, ist die Breite derselben auf ein Minimum verringert und zwar dadurch, dass der Radius der auf *a* schleifenden Schale *b* innen etwas gröfser ist, als der Radius der äufseren Fläche des Zapfens selbst. Hierdurch findet die Berührung beider Flächen nur in einer Linie parallel der Drehungsachse des Zapfens, also unter stets gleichen äufseren Bedingungen statt.

Die schleifende Schale *b* selbst ist von Stahl und gehärtet, so dass ein Einarbeiten an der Berührungsstelle und damit auch eine Veränderung des Zustandes dieser ausgeschlossen ist.

Die Schale *b* befindet sich in einem bügelförmigen Stücke *c*, dessen Masse der Art vertheilt ist, dass die untere Hälfte ein gröfseres Schwingungsmoment besitzt, als die obere.

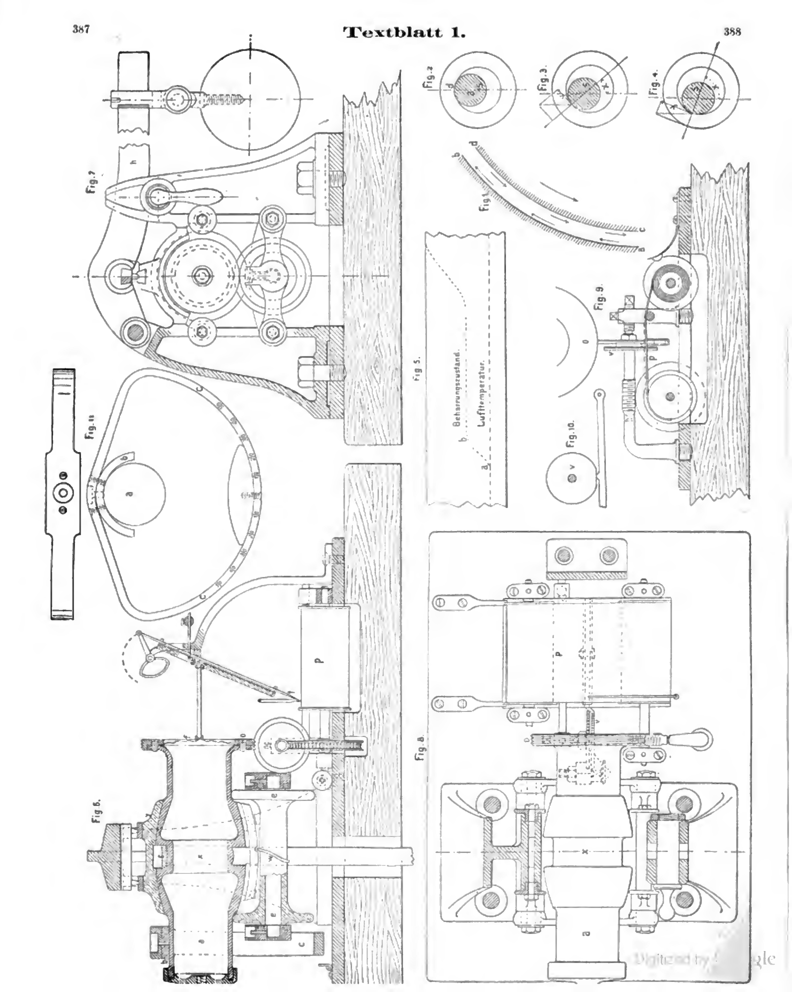
Die Prüfung des Schmiermaterials im Sinne ad 1. geschieht mit dieser Vorrichtung in folgender Weise: die äufsere Fläche des Zapfens bei *a* wie die innere Fläche der Schale *b* (Fig. 6 und 11) werden mit dem zu prüfenden Schmiermaterial ausreichend benetzt bezw. während der Dauer des Versuches benetzt erhalten. Der mechanische Vorgang, welcher beginnt, sobald der Zapfen in Drehung versetzt wird, ist durch die schematischen Skizzen (Fig. 2, 3 und 4) veranschaulicht.

Die durch den Schwerpunkt *s* des Bügels *d* gehende Verticale (Fig. 2) neigt sich bei Beginn der Drehung des Zapfens im Sinne dieser (Fig. 3) und stellt sich bald nach mehreren Schwingungen unter einem constant bleibenden Winkel *x* zur Verticalen. Dieser Winkel ist unmittelbar abhängig von der Intensität der Reibung, welche an der Berührungsstelle zwischen Zapfen und Lager an und in dem dazwischen befindlichen Schmiermaterial entsteht, und ist für dasselbe Material bei derselben Temperatur auch stets wieder derselbe.

Je gröfser nun die gesammte Reibung selbst, d. h. je geringer die Fähigkeit des betreffenden Schmiermaterials ist, der Reibung zwischen den beiden Berührungslinien des Zapfens und der Schale entgegenzuwirken, desto gröfser wird die Neigung des Bügels aus seiner verticalen Ruhelage heraus werden, weil die Componente *y* gröfser wird, welche die Intensität der Reibung an der Peripherie des Zapfens darstellt. Die Neigung des Pendelbügels *d* giebt also das Mafs für die Fähigkeit des Schmiermaterials, die Reibung zwischen den beiden Berührungsstellen zu vermindern, und wird an der Peripherie des unteren Bügeltheiles in Einheiten des Umfanges direct bestimmt und abgelesen.

Für die Prüfung des Schmiermaterials im Sinne ad 2. sind am Apparate die nachfolgend beschriebenen Einrichtungen getroffen:

Wie anfänglich erläutert, soll die hier in Frage kommende Beurteilung von der Erwärmung ausgehen, welche die innere


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5.
Beharrungszustand.
Lufttemperatur.
Fig. 6.
Fig. 7
Fig. 8.
Fig. 9
Fig. 10.
Fig. 11

Arbeit des Schmiermaterials in der Schicht zwischen Zapfen *x* und Lager *y* (Fig. 6 und 7) erzeugt.

Die Construction muss daher eine möglichst ausreichende Bürgschaft gewähren, dass die beobachtete Erwärmung aber auch nur allein aus dieser Quelle, d. h. aus der Schicht selbst stammt; dann nur kann sie ganz unabhängig von fremden Einwirkungen beobachtet werden. Um dies zu erreichen, um den arbeitenden Zapfen gewissermafsen schweben zu lassen, wurde demselben die Form eines Umdrehungskörpers gegeben, dessen parallel zur Drehaxe gerichtete Fläche nach einem Kreisbogen gekrümmt ist, dessen Mittelpunkt aber aufserhalb der Axe selbst liegt; die aufserdem benutzte Lagerschale schliefst sich auf einem Theile der oberen Fläche des Zapfens diesem genau an. Auf der Lagerschale selbst ruht durch Vermittelung zweier Spitzen der Hebel *h*, welcher im Gestelle befestigt ist und somit die Stellung der Lagerschale und, da diese den Zapfen umgreift, auch die Lage dieses fixirt. Nach unten vertical unterstützt ist sodann der Zapfen nur durch die beiden Rollen *e*.

Die Lagerschale, deren Lauffläche als Versuchsfläche functionirt, übernimmt auf diese Weise also gleichzeitig die Führung des Zapfens, und nur die Stützung desselben wird durch die Rollen *e* bewirkt, aber ohne irgend wesentliche Reibungen zu erzeugen, da nur ein Abrollen der Berührungskreise letzterer, aber kein Gleiten zwischen diesen und der Zapfenoberfläche entsteht.

Mit dieser Art Lagerung ist also die Bedingung erfüllt, die Entstehungsstelle der Wärmeentwickelung, die Schicht zwischen Zapfen und Lager und diese selbst fast vollständig thermisch zu isoliren.

Die Schmierung des Zapfens zum Zweck einer Prüfung geschieht nur durch einfaches Auftropfen des zu prüfenden Schmiermaterials. Etwa 12 Tropfen desselben werden auf die Oberfläche des Zapfens und der Lagerfläche vertheilt, und werden durch den kleinen Lederstreifen *n*, welcher während der Rotation des Zapfens durch die schiefe Wulst *w* hin und her bewegt wird, auch gleichmäfsig vertheilt erhalten.

Der Antrieb des Zapfens geschieht bei *x* in der Mitte desselben durch Riemen *r*, der Zapfen selbst ist hohl gedreht, auf einer Seite mit einer federnden Stahlplatte dicht verschlossen und mit Schwefeläther-Dämpfen angefüllt, deren Expansion durch die Wärme im Durchschnitt in den hier in Frage kommenden Grenzen das zehnfache derjenigen der atmosphärischen Luft beträgt. Wird nun der Zapfen durch seine Rotation und die Wärmeabgabe der Schmiermaterialschicht erwärmt, so theilt sich die entwickelte Wärme den im Innern desselben befindlichen Dämpfen mit, diese bewirken ein Auswärtsfedern der Federplatte *f*, deren Bewegungen auf einen Schreibstift *t* mit der erforderlichen Uebersetzung übertragen werden, und dessen verschiedene Stellungen daher verschiedenen Temperaturen des Zapfens und der Schicht entsprechen. An diesem Stift *t* vorüber bewegt sich ununterbrochen ein Papierband *p*. Die Bewegung desselben geschieht durch Räder und Schrauben vom Zapfen bei *o* (Fig. 9) aus, so dass einer bestimmten Umdrehungsanzahl desselben stets eine bestimmte Länge des abgewickelten Papierstreifens entspricht. Die Verhältnisse sind dabei derart gewählt, dass das Papierband um 3,75mm pro Minute fortschreitet, wenn der Zapfen 250 Umdrehungen pro Minute macht.

Damit der Stift indessen ohne Widerstände auf das Papier seine Stellungen anzeichnen kann, ist die Einrichtung getroffen (Fig. 9 und 10), dass das Papierband nur alle 15 Secunden einmal leicht gegen den Stift gedrückt wird, um ihn darauf sofort wieder los zu lassen, so dass er seine Stelle aufs neue verändern kann, ohne hemmend auf die freie Beweglichkeit der Federplatte zurückzuwirken. Der Mechanismus des Schreibstiftes ist aufserdem derart angeordnet, dass sich die Spitze des Stiftes geradlinig und parallel der Fläche des Papierbandes fortbewegt. Während sich nun dieses Papierband, sobald der Zapfen in Drehung versetzt worden ist, in Richtung seiner Länge fortbewegt, verändert der Stift nach Mafsgabe der im Zapfen erzeugten Wärme seine Stellung rechtwinklig zur Bewegungsrichtung des Papierbandes. Die innerhalb je 15 Secunden erfolgenden Aufzeichnungen der Lage des Stiftes bilden sodann Punkte einer Curve, welche ein vollkommenes Bild der Wärmeentwickelung in der Schicht im Lager und im Zapfen inbezug auf den Weg des Papierstreifens, also der Umdrehungszahl des Zapfens, giebt. Die vom Schreibstift aufgetragene Curve bildet sehr bald eine gerade Linie, welche parallel der Bewegungsrichtung des Papierbandes läuft, denn die Temperatur des Zapfens bleibt sehr bald nach Beginn seiner Rotation constant, dann nämlich, wenn die Wirkung der Abkühlung durch die umgebende Luft ebenso grofs ist, wie die der nur geringen Wärmeentwickelung in der noch frischen Schmierschicht.

Dieser Zustand ist passend der Beharrungszustand zu nennen. Die Entfernung der diesen Zustand bezeichnenden Graden von der der Lufttemperatur entsprechenden Graden giebt der Apparat[1]) für verschiedene Sorten von Schmiermaterial stets verschieden an, für die gleiche Sorte aber genau gleich. Die so entstandene Curve hat die Gestalt wie Fig. 5.

Lässt man nun den Zapfen genügend lange Zeit rotiren, so wird das auf demselben noch haftende Material immer aufs neue der Stelle zwischen Zapfen und Lager zugeführt und wiederholt der Wirkung der dort entstehenden Arbeit ausgesetzt. Da die Quantität des Schmiermaterials aber unverändert bleibt, so summiren sich die Wirkungen dieser Arbeiten, die Temperatur des Zapfens bleibt nicht mehr constant, sondern steigt im Verhältnis zu den Arbeitswiderständen des Schmiermaterials selbst. Die Curve nimmt sodann in ihrem weiteren Verlauf die Richtung nach aufwärts an, wie punktirt angedeutet ist. Je schneller das Schmiermaterial seinen normalen Zustand ändert, je mehr Widerstandswärme es in der Zeiteinheit entwickelt, je mehr es verbraucht wird, desto schneller steigt die Curve aufwärts.

Aus dem vorher erläuterten mechanischen Zusammenhange des Apparates geht nun hervor, dass die Abscissen der einzelnen Punkte dieser Curve die Umdrehungen des Zapfens, somit auch den vom Schmierpunkt der zwischen Lager und Zapfen befindlichen Schmiermaterialschicht zurückgelegten Weg darstellen, während die Ordinaten die Zustandsänderungen der Schicht, ihre Erwärmung, die Gröfse ihrer schädlichen inneren Widerstände nach Wärmemengen in entsprechenden Längen der Ordinaten zum Ausdruck bringen. Man hat also in der Curve ein Bild der Beziehungen zwischen Weg und Widerstand innerhalb eines und desselben Zeitabschnittes, und giebt das Product beider somit die Gröfse derjenigen Widerstandsarbeit an, welche das Schmiermaterial in sich selbst durch die Beanspruchung zwischen Zapfen und Lager entwickelt hat.

Dieses Product wird unmittelbar durch diejenige Fläche dargestellt, welche von der Curve selbst und der durch den Anfangspunkt derselben gehenden Abscisse, die Lufttemperaturlinie, begrenzt wird.

Bei verschiedenen Schmiermaterialien sind also die inneren Widerstandsarbeiten unter sonst gleichen Umständen diesen Flächenräumen proportional, ihre mechanische Dauerhaftigkeit denselben umgekehrt proportional.

Es ist auf diese Weise möglich, die mechanische Dauerhaftigkeit eines Schmiermaterials im Vergleiche zu einem anderen und damit seinen Nutzwerth durch einen bestimmten Zahlenwerth auszudrücken und die sub 2 gestellte Frage zu beantworten. Wenn man aufserdem die Gröfse des am Pendelbügel ermittelten Winkelausschlages berücksichtigt, welcher ebenfalls umgekehrt proportional ist der Fähigkeit des Schmiermaterials, die Reibung zwischen den auf einander arbeitenden Flächen zu vermindern, so kann man die relativen Gesammtwerthe verschiedener Schmiermaterialien direct durch die Gröfse von Producten aus den durch die Curve begrenzten Flächenräumen in die Gröfse der Sinus der Winkelausschläge ausdrücken und dadurch das Güterverhältnis verschiedener Materialien inbezug auf alle Gesichtspunkte gleichzeitig bestimmen. Auf Grund der mit dem Pendelbügel und mit dem Zapfen erhaltenen Beobachtungs-

[1]) Als Beweis für die Zuverlässigkeit der Arbeitsweise des Apparates und für die Richtigkeit der der Methode zu Grunde liegenden Voraussetzungen mag folgendes dienen: Mischt man zwei verschiedene Sorten Oel, welche beispielsweise jede für sich allein Widerstandsflächen von der Gröfse 1 bezw. 2 geben, zu gleichen Theilen, so hat die vom Apparate gezeichnete Widerstandsfläche für das Gemisch die Gröfse des arithmetischen Mittels der Widerstandsflächen beider Oele, nämlich die Gröfse 1,5.

resultate kann nun ohne weiteres unter Berücksichtigung der besonderen Bedingungen, welche die jeweilige Verwendung eines Schmiermateriales stellt, nicht allein die Wahl desselben vollkommen zweckentsprechend vorgenommen, sondern auch der ökonomische Werth desselben unmittelbar beurteilt werden. Erweist sich z. B. ein Schmiermaterial vom Einheitspreise 1 durch den Versuch ad 2 schon allein doppelt so dauerhaft, wie ein solches vom Einheitspreise 2, so sind ihre Nutzwerthe einander gleich. Würde man zwischen beiden zu wählen haben und inbezug auf etwa sonstige Rücksichten auch wählen können, so würde man dann nur noch durch die Resultate der Versuche ad 1 geleitet werden, also dasjenige der beiden Schmiermaterialien zur Verwendung bestimmen, welches am Pendelbügel den geringsten Winkelausschlag ergeben hat.

Die Anwendung dieser Methode bietet den grofsen Vortheil, innerhalb ganz kurzer Zeit (der Versuch dauert etwa 1 Stunde) nicht allein Entscheidungen über den Werth von beliebigen Schmiermaterialien treffen zu können, sondern auch mit Leichtigkeit Lieferungen, welche vorher abgegebenen Proben dauernd zu entsprechen haben, mit diesen vergleichen und dadurch eine sichere und, wenn erforderlich, ununterbrochene Controle über die Qualität des Gelieferten, noch bevor dasselbe in Gebrauch genommen wird, ausüben zu können. Das bei Zuschlag der Lieferung übergebene Probequantum bildet in seiner Qualität in solchen Fällen die Norm.

Im allgemeinen sind, wie durch die Praxis hinlänglich bekannt, Olivenöl und reines Rüböl sehr dauerhafte Schmiermaterialien, und weil sie naturgemäfs stets in gleicher Qualität erzeugt werden, ist ihr Verhalten im Apparat zweckmäfsig als normal bei der Vergleichung und Beurteilung anderer Materialien zu Grunde zu legen.

Die folgende tabellarische Uebersicht und Diagramme stellen die Prüfungsresultate (die Curven in 1/2 der Gröfse, in welcher sie auf dem Apparat erzeugt werden und mit Verkürzung der fernerhin parallel verlaufenden Linien) mehrerer Oelsorten inbezug auf deren Nutzwerth dar.

No. des Diagramms	Namen des Schmieröles	Preis pro 100 kg	Schmierwerth. Gröfse der von den Curven umschlossenen Widerstands-Arbeitsfläche, deren Abscissen die Zeit u. deren Ordinaten die Temperaturen d. Versuchszapfens in jedem Zeitpunkte des Versuches darstellen.		Nutzwerth inbezug auf Preis und Schmierfähigkeit
			Absolut	Relativ	Rüböl = 1
1	Rohes Rüböl	57,00 ℳ	53,70 qcm	1	1
2	Axenöl I.	42,00 »	49,50 »	1,08	1,47
3	Oleonaphta	28,50 »	80,00 »	0,66	1,33
4	Petrosine	26,00 »	62,44 »	0,86	1,88

1

2

3

4

Schliefslich muss noch auf einen besonderen Vortheil der hier erläuterten Methode hingewiesen werden, welche sie namentlich den anfangs erwähnten, gewöhnlich in der Praxis geübten Versuchsmethoden gegenüber hat, bei denen z. B. durch längeres Laufenlassen von fortwährend gespeisten Lagern die Dauerhaftigkeit eines Schmiermateriales erprobt werden soll.

Dieser Vortheil liegt darin, dass die Methode die Dauerhaftigkeit des Materiales gerade unter den ungünstigsten Bedingungen zu beobachten erlaubt, welche auch die Praxis überhaupt stellt, indem diese ungünstigsten Bedingungen künstlich dadurch hervorgerufen werden, dass nur eine sehr kleine Quantität des Materiales auf dem Zapfen arbeitet, welches sich also sehr bald verarbeitet, und denjenigen Zustand des Schmiermechanismus herbeiführen muss, welcher die gröfste Gefahr für seine Wirkungsfähigkeit auch gerade in der Praxis einschliefst.

Selbst weniger dauerhafte Schmiermaterialien werden, wenn reichlich verwendet, bei ununterbrochener Schmierung diese Gefahr abhalten, aber versagen, sobald sie unter den ungünstigsten Bedingungen bei Mangel des Schmiermateriales beansprucht werden[1].

Dampfmaschinen.

Kolbenschieber für Dampfmaschinen.

In der Versammlung vom 10. August 1879 des »Technischen Vereines für Eisenhüttenwesen« trat Hr. R. M. Daelen in einem Vortrage über die Anwendung von Expansions- und Präcisionssteuerungen an Walzenzugmaschinen[2]) als Gegner der in England an solchen Maschinen vielfach angewandten Kolbenschieber auf, wogegen er die Anwendung von Ventilsteuerungen befürwortete. — Wochenschrift d. Ver. deutsch. Ing. 1879, S. 339, 354 und 356.

Als Nachtheile der Kolbensteuerungen hob der Vortragende besonders hervor:

1. dass die Kolbenschieber, indem sie die Anwendung von Dichtungsringen nicht zulassen, sich nach erfolgter Abnutzung nicht von selbst nachdichten, wie die Flachschieber durch den selbst bei Entlastungsschiebern darauf ausgeübten Dampfdruck;
2. dass die liegenden Kolbenschieber ihrer durch das Eigengewicht verursachten einseitigen Abnutzung wegen nicht lange dicht bleiben;
3. der Versuch, die Kolbenschieber an Präcisionssteuerungen zu verwenden, indem ein drehbarer Expansionsschieber mit schraubenförmigen Kanälen in das Innere des Vertheilungsschiebers gelegt wurde (System Rider), sei als misslungen zu bezeichnen, da der Regulator die Reibung nicht zu überwinden vermöge, wie die Erfahrung an einer Schienen-Walzenzugmaschine in Osnabrück erwiesen habe;
4. wird auf die grofsen schädlichen Räume jener Osnabrücker Maschine, und
5. auf die aus den Indicatordiagrammen ersichtliche Drosselung des Dampfes aufmerksam gemacht.

Die vorstehenden Behauptungen werden aber in den Punkten 1. bis 3. in einem Artikel über die Anwendung der Kolbensteuerungen an Dampfmaschinen von A. Spannagel in »Stahl und Eisen« 1. Jahrg. No. 5, 1881, S. 175, widerlegt.

Nachdem verticale Kolbenschieber während eines neunjährigen Betriebes bei der Gesellschaft Phönix in Laar bei Ruhrort sich tadellos gehalten hatten, ging man zu horizontalliegenden über und hat auch mit diesen sehr günstige Resultate erzielt.

Der erste Versuch wurde mit einem unter 3. oben erwähnten Rider'schen Expansionsschieber an einer Betriebsmaschine von 405mm Cylinderdurchmesser und 915mm Hub gemacht, durch dessen Drehung der Grad der Füllung veränderlich ist. Diese Drehung wird aufserhalb an der Schieberstange durch Eingriff einer vom Regulator beherrschten Zahnstange auf ein Getriebe bewirkt. Ohne Dichtungsringe hielt der Expansionsschieber nach zweijährigem Betriebe noch vollkommen dicht, wie auch die unserer Quelle beigefügten Diagramme annehmen lassen.

[1]) Die Ausführung des Apparates hat die Firma Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover übernommen.

[2]) Untersuchungen von Walzenzugmaschinen vermittelst des Richards'schen Indicators. Von Adolph Schuchart. Bd. XV, S. 685.

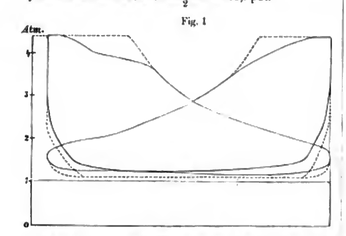
Ferner wurden infolge der mit diesen Kolbenschiebern erzielten günstigen Resultate an einer Betriebsdampfmaschine ohne Condensation von

Cylinderdurchmesser . . $d = 0{,}785^{m}$
Hub . . . . $s = 1{,}255^{m}$
Umdrehungen in der Minute $n = 100$
$\frac{c}{\sqrt{s}} = \frac{n}{30} \cdot \sqrt{s} = \beta$ [1]) $\beta = 3{,}73$

die Flachschieber durch Kolbenschieber nach dem System der Meyer'schen Steuerung mit zweitheiligem Expansionsschieber ersetzt, welcher nach dem jeweilig erforderlichen Grad der Füllung von 0 bis 0,4 durch Drehung der mit Rechts- und Linksgewinde versehenen centralen Schubstange vermittelst eines Handrades verkürzt oder verlängert werden kann. Der Vertheilungskolben, welcher durch eine excentrisch gelegte Schubstange bewegt wird, hat zwei gusseiserne Dichtungsringe, die nur selten auszuwechseln sind. Ueberhaupt sind die Reparaturkosten geringer, als die einer Flachschiebersteuerung. Auch ist der zur Bewegung der Kolbenschieber nöthige Kraftaufwand im Vergleich zur Reibungsarbeit der Flachschieber sehr gering.

Der Behauptung, dass nach einundeinhalbjährigem Betrieb auch diese Kolbensteuerung sich tadellos dicht erhalten habe, widerspricht das Diagramm Fig. 1 zwar nicht, jedoch lässt dasselbe auf eine mangelhafte Dampfvertheilung schliefsen. Infolge zu enger Dampfwege wird sowohl der während des Füllhubes eintretende, als auch der austretende Dampf gedrosselt. Anderenfalls müsste die Spannungscurve einen Verlauf, wie durch Punktirung angedeutet, haben. Dem rechtsseitigen Diagramm entspricht hiernach eine mit derselben Dampfmenge erzielbare Mehrleistung des Hinterdampfes von 3 pCt. und eine Verminderung der Gegendruckleistung von 7 pCt., im ganzen also ein Kraftgewinn von 10 pCt. Für das linksseitige Diagramm stellt sich der Gewinn in derselben Reihenfolge auf 7,6 pCt. und 9 pCt., im ganzen auf 16,6 pCt., und im Mittel für beide Cylinderseiten demnach auf $\frac{10 + 16{,}6}{2} = 13{,}3$ pCt.

Fig. 1



Ferner wurde noch die Walzenzugmaschine von $d = 1{,}000$, $s = 1{,}412$, $n = 92$ und $\beta = 3{,}64$ an Stelle von Flachschiebern mit einer Rider'schen Kolben-Expansionssteuerung versehen. Der schraubenförmig abgeschnittene Expansionskolben wird an seiner Schubstange vermittelst eines Handhebels gedreht und dadurch die Füllung auf die Grade 0 bis 0,4 eingestellt.

Die von dieser Maschine genommenen Dampfdiagramme sind ähnlich wie die in Fig. 1 und weisen ebenfalls auf zu enge Dampfwege hin.

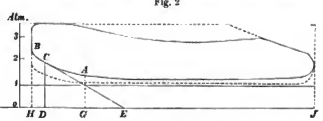
Zum Schlusse zeigt der Verfasser noch die Kolbensteuerung einer stehenden Schienen-Walzenzugmaschine des Stahlwerkes Hoesch in Dortmund.

$d = 1{,}110$, $s = 1{,}300$, $n = 100$ und $\beta = 3{,}61$.

Diese Maschine hat keine besondere Expansionsvorrichtung. Ein zweitheiliger, stets $^{3}/_{4}$ Füllung zulassender Kolbenschieber ist so eingerichtet, dass der Eintritt des Dampfes in die beiden nach dem Dampfcylinder hinführenden Kanäle durch je zwei Ringöffnungen (Spalte) stattfindet, von welchen die eine — die abgezweigte — während der Austrittsperiode verschlossen bleibt. In das an den Dampfcylinder angeschraubte cylindrische Schiebergehäuse gelangt der Kesseldampf zwischen den an ihren äufseren Enden geschlossenen Kolbentheilen, welche vermittelst einer durchgehenden Schieberstange mit einander verbunden sind. Für den Austritt dagegen ist an jedem Gehäuseende ein Stutzen angebracht. Zum Ausgleich des Eigengewichtes der Steuerungstheile hat die obere Hälfte des Vertheilungskolbens einen etwas gröfseren Durchmesser als die untere.

Dass trotz des Mangels an Dichtungsringen und auswechselbarem Futter die Steuerung noch nach dreijährigem Betriebe sich befriedigend dicht gezeigt hat, wird zwar behauptet, nicht aber durch das Dampfdiagramm Fig. 2 bestätigt.

Fig. 2



Wenn nämlich Dampfkolben und Schieber dicht wären, dann müsste die Compressionscurve AB eine weit stärkere Steigung als die vorliegende haben, oder es müsste der schädliche Raum unverhältnismäfsig grofs sein. Wie grofs? das lässt sich nach unserer in Bd. XXIV, S. 43 (Anm.) gegebenen Herleitung in sehr einfacher Weise ermitteln. In irgend einem Punkt C der Compressionscurve ziehe man eine Tangente CE und trage $DF = n \cdot DE$ auf, unter n den Exponenten der die Beziehung zwischen Spannung und Volumen ausdrückenden Gleichung $\frac{DC}{GA} = \left(\frac{FG}{FD}\right)^{n}$ verstanden. $\frac{FH}{HJ}$ ist alsdann gleich dem Verhältnis des schädlichen Raumes zum Cylinderinhalt $\left(\frac{\pi\, d^2}{4} \cdot s\right)$.

Directe Versuche über die Gröfse des Exponenten n für Dampfcompression, welche in dem Journal of the Franklin Institute, 1878, Januar mitgetheilt sind, haben zwar $n = 1{,}2366$ bis $1{,}247$ ergeben, jedoch in einem mit 11^{atm} Anfangsspannung arbeitenden Dampfcylinder. Das mittlere Ergebnis wiederholter Messungen an Indicatorcurven von 4 bis 7^{atm} Anfangsspannung lassen jedoch die Annahme desselben Exponenten gerechtfertigt erscheinen, welchen man allgemein für die Expansionscurve nimmt, d. i. $n = 1$ oder hier: $DF = DE$. Dementsprechend müsste das Schädlicheraumverhältnis $= {}^{27}/_{115} = 0{,}235$ sein, während es wahrscheinlich nicht gröfser als $0{,}07$ ist. Somit erübrigt nur noch die Annahme, dass während der Compressionsperiode der Vorderdampf gegen den Austritt nicht dicht abgeschlossen war. Dass auch bei dieser einfachen Kolbensteuerung die Dampfwege zu eng sind, erweist die erhebliche Drosselung des Dampfes im Diagramme Fig. 2. Dieselbe Dampfmenge würde nichtgedrosselt, wie punktirt, etwa 14 pCt. mehr förderliche und 9 pCt. weniger hinderliche Leistung, also 23 pCt. Mehrleistung ergeben.

Hr. Spannagel fasst nun das Ergebnis seiner mit Kolbenschiebern gemachten Erfahrungen dahin zusammen, dass dieselben für Handsteuerungen zu Dampfhämmern, Dampfaufzügen und hydraulischen Bewegevorrichtungen sehr einfache, dauerhafte, und ihrer vollkommenen Entlastung wegen sowohl mit der Hand leicht zu bewegende, als auch durch den Regulator in genauer Weise verstellbare Constructionen sind; dass sie sich ferner als Expansions-Steuerapparate bei verticalen und horizontalen Dampfmaschinen gut bewähren und ohne Schwierigkeit dauernd dicht halten lassen, dass sie nur wenig Betriebskraft in Anspruch nehmen und aus allen diesen Gründen sich besonders für Walzenzugmaschinen mit grofser Kolbengeschwindigkeit empfehlen.

Einen ferneren über Kolbensteuerungen sich ebenfalls

[1]) Man vergl.: Geschwindigkeit der Dampfmaschinen. Bd. XXV, S. 42 d. Z.

Fig. 3

Schnitt nach a b c d.

Fig. 4

Gusseisen

Bronce

Stahl

günstig aussprechenden Beitrag von **Alfred Musil** holen wir aus der Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines 1876, S. 267 nach.

Eine seit 1875 in den Werken des Bochumer Gussstahl-Vereines eine Walzenstrafse betreibende, stehende Dampfmaschine von:

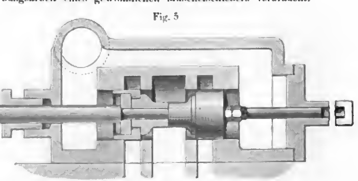
$$d = 1{,}300, \quad s = 0{,}900, \quad n = 150 \quad \text{und} \quad \beta = 4{,}74$$

ist mit der in Fig. 3 und 4 dargestellten Kolbensteuerung mit Expansion versehen. In dem mit dem Dampfcylinder in einem Stück gegossenen und ausgefutterten Schiebergehäuse arbeitet der Vertheilungsschieber und in ihm der Expansionsschieber mit einem Querschnittsprofil, welches im wesentlichen mit dem einer Meyer'schen Flachschiebersteuerung mit einfachem Expansionsschieber für eine gegebene constante Füllung übereinstimmt. Der Vertheilungsschieber ist durch federnde Ringe gegen das Schiebergehäuse abgedichtet, wogegen der Expansionsschieber einfach eingeschliffen ist. Nichts würde jedoch im Wege stehen, auch ihn mit Dichtungsringen zu versehen, um mit gröfserer Sicherheit auf ein dauerndes Dichthalten rechnen zu können. Bei *E* tritt der Dampf in das Schiebergehäuse ein, bei *A* aus demselben aus. Der Dreiwegehahn *C* dient zu dem beim Angehenlassen der Maschine nöthigen Dampfzulass. Der Vertheilungsschieber wird vermittelst der centralen Stange geschoben, und dabei sein Eigengewicht durch den oberen Taucherkolben ausgeglichen. Der Expansionsschieber dagegen hat **zwei** Schubstangen *ss*, welche aufserhalb des Gehäuses durch eine Traverse verbunden sind.

Der Berichterstatter erwähnt noch der Verwendung von Kolbensteuerungen für Bessemer-Gebläsemaschinen in England. Bei diesen ist nur ein Vertheilungsschieber in Anwendung, welchen man dadurch in einer gleichmäfsigen Abnutzung der Gleitflächen zu erhalten sucht, dass er durch einen einfachen, aufsen an der Schieberstange angebrachten Schaltmechanismus bei jedem Hub etwas gedreht wird. Auch wir erachten das Dichthalten der auf einander gleitenden Theile nur bei gleichmäfsiger Abnutzung für möglich, meinen aber, dass sich solches einfacher dadurch erreichen lässt, dass man die Führungsrippen der einen ringförmigen Spalt bildenden Dampfkanäle nicht in die Schubrichtung — wie in Fig. 4 — sondern gehörig schräg stellt.

Auf S. 238 desselben Jahrganges ist ein in Fig. 5 skizzirter Kolbenschieber für Locomotiven von **C. Heinrich** jun. mitgetheilt. Er weist durch Berechnung — den Coëfficienten der gleitenden Schieberreibung nur zu 0,25 angenommen — nach, dass ein solcher Kolbenschieber etwa nur $^1/_{12}$ der Reibungsarbeit eines gewöhnlichen Muschelschiebers verbraucht.

Fig. 5



Dieser Schieber wird für kleine Durchmesser nur aus zwei Stahlstücken zusammengesetzt und blos eingeschliffen; gröfsere Kolben dagegen werden, wie die Figur zeigt, durch federnde Gussringe abgedichtet. Der Cylinder, in welchem der Kolben sich bewegt, ist mit dem Einströmungskasten aus einem Stücke gegossen, und gehen die den Kolben umgebenden Kanäle in einer Ebene in das wie gewöhnlich gestaltete Kanalsystem des Dampfcylinders über. Deshalb kann auch an jedem Dampfcylinder mit blos aufgeschraubtem Schieberkasten diese Kolbensteuerung angebracht werden.

Einer redactionellen Bemerkung zufolge hat schon im Jahr 1861 T. S. Davis, Jersey City N.Y. ein Patent auf einen diesen »**Oeschger**'schen« ganz ähnlichen Kolbenschieber genommen. **Dingler's** polytechn. Journal Bd. 179, S. 169

enthält eine dem Scientific American vom 4. Nov. 1865 entlehnte ausführliche Beschreibung der Davis'schen Construction.

In »The Engineer« vom 24. März 1876, S. 211 finden wir eine verticale Expansions-Kolbensteuerung mitgetheilt, bei welcher der Expansionsschieber, ähnlich wie in Fig. 4, als ein an beiden Enden offener Hohlcylinder in dem Vertheilungsschieber hin- und hergleitet, aber nicht wie jener in Fig. 4 mit seinen Endkanten den Dampf abschneidet, sondern mit den äufseren Kanten von Dampfdurchlassspalten. Beide Schieber erhalten ihre Abdichtung dadurch, dass sie sorgfältig eingeschliffen und mit eingedrehten, sich mit Condensationswasser füllenden Rinnen oder Nuten (Wasserrinnen — Labyrinthdichtung) versehen sind. Diese Art von Kolbendichtung soll sich in allen den Fällen recht gut bewähren, in welchen die Gleitflächen nicht der Abnutzung durch unreines, mit dem Dampf aus dem Kessel mechanisch mitgerissenes Wasser unterworfen sind. Die Zweitheilung der Expansionsschieberstange (Fig. 3) ist hier dadurch vermieden, dass dieselbe durch eine im Scheitel des Schiebergehäuses eingesetzte Stopfbüchse durchgeht, während die Stange des Vertheilungsschiebers, wie in Fig. 4, von unten eintritt. Der dem jeweiligen Kraftbedarf entsprechende Füllungsgrad wird durch den Regulator in der Weise beeinflusst, dass der vom Excenter aus durch Hebel auf den Expansionsschieber übertragene Hub durch Aenderung des Umsetzungsverhältnisses zwischen 38 und 152mm regulirt wird. Der Vertheilungsschieber hat dabei 102mm Hub, 26 bis bezw. 28mm äufsere Ueberdeckung, 3mm anfängliche Oeffnung für den Auf- und 0mm für den Niedergang des Dampfkolbens.

Aehnlich der Expansionssteuerung derjenigen Maschine, welcher das Indicatordiagramm Fig. 1 entnommen ist, findet sich eine von P. Wirtz in Deutz construirte in »Die Dampfmaschinen mit Schiebersteuerungen« von W. H. Uhland S. 134 mitgetheilt. Während bei jener früher beschriebenen Steuerung — System Meyer — die Schubstange des Vertheilungsschiebers seitlich (excentrisch) zu der centrischen Expansionsschieberstange angeordnet war, umschliefst sie hier als Hohlstange mit einer Stopfbüchse abgedichtet die Schubstange der beiden Expansionsschieberhälften, welche letztere auch in diesem Fälle durch Rechts- und Linksgewinde mitgenommen werden. Das Ziehrad zum Drehen der Schieberstange, behufs Einstellung der verschiedenen Füllungsgrade, sitzt jedoch auf der nach aufsen durchgehenden Verlängerung derselben. Vertheilungs- und Expansionsschieber sind mit Dichtungsringen ausgestattet.

Peter Steffen in Haardt a. d. Sieg hat ein Patent (D. R.-P. No. 13 542, 7. October 1880) auf eine »Dampfmaschinensteuerung, bei welcher die Dampfvertheilung von einem hin- und hergehenden, die Absperrung bezw. Expansion durch einen rotirenden Kolben erfolgt«, genommen. Der die Dampfvertheilung bewirkende hohlcylindrische Kolbenschieber gleitet, durch eine excentrisch angebrachte Schubstange bewegt, in einem cylindrischen Schiebergehäuse hin und her. Gleichzeitig gleitet jener Hohlcylinder mit seiner Innenfläche auf einem mit dem Schiebergehäuse fest verbundenen kleineren Hohlcylinder, und in diesem rotirt ein dritter Hohlcylinder als Dampfabschlussorgan. Seine Rotation wird von der Kurbelwelle durch Winkelräder abgeleitet, dabei jedoch noch eine gleichzeitige, von der Stellung des Regulators abhängig gemachte axiale Verschiebung ermöglicht, welche Verschiebung die Veränderlichkeit der Cylinderfüllung zum Zwecke hat. In die Wandungen des Drehschiebers, des festen Zwischenmantels, des Vertheilungsschiebers und endlich in das mit dem Dampfcylinder in einem Stücke gegossene Schiebergehäuse sind Dampfdurchlässe eingeschnitten. Die letzten dieser Kanäle bilden, von der cylindrischen Form des $^1/_4$ des Umfanges einnehmenden Spiegels abgesehen, das gewöhnliche Dampfkanalsystem, womit auch das Durchschnittsprofil des durch 4 federnde Ringe abgedichteten Vertheilungsschiebers übereinstimmend erscheint. Die in der Wandung des Zwischencylinders angebrachten Durchgangskanäle gehen von der rechteckigen Gestalt, welche sie an der Aufsenfläche haben, nach innen in eine Trapezform über. Dieselbe Trapezform haben auch die Durchgangsöffnungen des rotirenden Expansionsschiebers, welcher je nach der Gröfse seiner axialen, vom Regulator dictirten Verschiebung volle bis 0 Füllung zulässt. Indem die Dampfwege durch den Zwischencylinder und den Vertheilungsschieber nur nach einer Seite — der Cylinderseite — durchgehen, sind beide Schieber nicht vollkommen entlastet, was an beiden Schiebern Reibungsarbeit und an dem nicht rotirenden auch noch ungleichmäfsige Abnutzung verursacht. Hinsichtlich der Reibungswiderstände bezweifeln wir auch die ungestörte Beherrschung des Expansionsschiebers durch den Regulator.

Ein anderes Patent verdient an dieser Stelle noch der Erwähnung, welches an O. Müller in Neuschönefeld bei Leipzig (D. R.-P. No. 12 472 vom 3. Jan. 1880) auf »Selbstthätige, vom Regulator beeinflusste Verstellung entlasteter cylindrischer Expansionsschieber« ertheilt ist. In dem hohlcylindrischen Rücken eines flachen Vertheilungsschiebers arbeitet, dem Principe der Meyer'schen Steuerung entsprechend, ein vollständig entlasteter zweitheiliger Durchlasskolben als Expansionsschieber. Die Drehung der mit Rechts- und Linksgewinde eingreifenden Schieberstange wird durch die Regulatorhülse in der Weise bethätigt, dass letztere, als Rotationsstange ausgebildet, ihre Hubbewegung unmittelbar — hierauf bezieht sich der Patentanspruch — auf ein auf der Schieberstange sitzendes Zahngetriebe überträgt. Um aber hierdurch ohne zu grofse Aenderung der Umdrehungszahl die Cylinderfüllung von 0,0 bis 0,8 veränderlich machen zu können, müssten ganz andere als die in der Patentschrift gezeichneten Uebertragungsverhältnisse gewählt werden. Ob hierbei alle das Gleichgewicht des Regulators zu sehr störenden Widerstände vermeidlich sein würden, bliebe immerhin noch fraglich.

Den bis dahin über Kolbensteuerungen mitgetheilten Ansichten, Erfahrungen und Beschreibungen lassen wir nunmehr unsere Kritik über die erheblich für- und widersprechenden Punkte folgen.

1. Die Entlastung der Kolbenschieber, denselben bei gehöriger Anordnung der Dampfkanäle an und für sich eigen, erscheint in der That als ein entschiedener Vorzug, welchen sie in dieser Beziehung vor Flachschiebern haben. Die Entlastung der letzteren, namentlich wenn sie sich zugleich auf den Expansionsschieber zu erstrecken hat, ist trotz mehr oder weniger complicirter Einrichtungen nur unvollständig; oder wenn die Schieber zwischen fester Rückwand und Cylinderspiegel eingeschliffen sind, halten sie nicht auf die Dauer dicht. Bei Anwendung mäfsig stark federnder Dichtungsringe ist die Entlastung der Kolbenschieber zwar nicht vollständig, die Belastung aber verhältnismäfsig gering. Durch ihren geringen Reibungswiderstand wird der merkliche, durch die Bewegung von Flachschiebern verursachte Kraftverlust und eine dem entsprechende Abnutzung vermieden; auch ist die Umsteuerung mit der Hand und die Einwirkung des Regulators wesentlich erleichtert.

2. Da der Kolbenschieber sich nicht wie der Flachschieber abheben lässt, so widersteht er starken Dampfcompressionen und eignet sich besonders zu Dampfumsteuerungen behufs Umkehr der Bewegung von Dampfmaschinen (Umsteuerungen mit Dampfwechsel).

3. Eine dauernde Dichtigkeit der Kolbenschieber ist ohne Schwierigkeit durch federnde Ringe zu erreichen, weshalb es sich auch empfehlen dürfte, solche bei den Expansions-Kolbenschiebern anzuwenden und nicht auf nachhaltige Dichtigkeit nach blofsem Einschleifen des Kolbens in seinem Cylinder zu rechnen. Der verticalen Stellung der Kolbenschieber ist, bei sonst freier Wahl, jedenfalls der Vorzug vor der liegenden Anordnung zu geben, indem die einseitige Wirkung des Eigengewichtes der Kolben Reibung und auf die Dauer einseitige Abnutzung verursachen muss.

Die guten mit der Labyrinthdichtung erzielten Erfolge haben den Referenten dieses zu einem Versuche veranlasst, den Grad des Dichtschlusses durch Berechnung des Verlustdampfes im Vergleiche zum Nutzdampfe zu ermitteln. Beispielsweise habe ein Kolben von 100mm Durchmesser 0,1mm Spielraum (Unterschied des Cylinder- und Kolbenhalbmessers), und es seien in denselben bei 180mm Höhe vier 20mm hohe Wasserrinnen eingedreht. Bei 6atm Hinterdruck, 0,8atm Vorderdruck und 1m Kolbengeschwindigkeit würde, reine Dampfdurchlässigkeit angenommen, das Ergebnis sein

$$\frac{\text{Durchlassdampf}}{\text{Nutzdampf}} = 0{,}144\,;$$

ohne Wasserrinnen würde sich dieser Verlustquotient auf etwa 0,2 stellen.

Die Annahme aber, dass nicht Dampf, sondern Wasser — wenn auch mit viel geringerer Geschwindigkeit — durch den Spielraum entweiche, ist deshalb unzulässig, weil hierzu weit mehr als die vorstehend berechnete Dampfmenge condensirt werden müsste. Es ist jedoch zu vermuthen, dass in der Wirklichkeit der Verlust geringer, als unserer Rechnung nach, sein wird, indem anzunehmen ist, dass sich die ringförmigen Vertiefungen ganz oder theilweise mit Wasser oder Fettstoffen füllen, und dass das an der Kolben- und Cylinderfläche anhaftende Wasser einen so geringen Zwischenraum, wie etwa den auf $^1/_{10}$mm angenommen, noch erheblich verengt.

4. Die **Dampfwege** findet man bei den Kolbenschiebern für Kolbengeschwindigkeiten von vortheilhafter Gröfse häufig zu eng. Die radiale Weite der Umlaufskanäle muss sich, an der von dem Dampfcylinder abgewandten Seite gering beginnend, zu beiden Seiten nach dem Cylinder hin in dem Mafse erweitern, wie die Bogenlänge des dampfdurchlassenden Spaltes wächst, so dass also bei constanter Höhe des Umlaufes dessen ganze Breite an der Cylinderseite gleich dem freien Umfange des Spaltes wird. Mitunter findet man auch die Dampfeinströmung in den Spalt dadurch verengt, dass der die Stelle eines Flachschieberlappens vertretende Dichtungsring aus seiner Rinne zu wenig hervorragt; letzteres ist zu vermeiden, und aufserdem sind noch die Ränder der Rinne abzuschrägen.

5. Zur möglichsten Vermeidung von **schädlichem Raum** ist es geboten, das Schiebergehäuse so dicht als zulässig an den Dampfcylinder zu drängen. Des Raumes wegen, welchen die Umlaufkanäle einnehmen müssen, lässt sich der schädliche Raum nicht so weit vermindern, wie es bei Flach- und Drehschiebern möglich ist. Denselben Nachtheil haben die Ventilsteuerungen mit den Kolbensteuerungen gemein. Von welchem Einfluss aber der schädliche Raum auf den Dampfverbrauch ist, wollen wir durch die folgende Rechnung darthun.

Bezeichnungen:

F Dampfkolbenquerschnitt in Quadratcentimetern.
s Hub in Metern.
s_1 Füllungshub.

Als gegeben werde angenommen:

p_1 Anfangsspannung in Atmosphären.
p_a Mittlere Gegendruckspannung bei wenig oder gar keiner Compression.
p_e Endspannung, im allgemeinen als gegeben anzunehmen, wie wir in Bd. XXIV, S. 483 d. Z. dargethan haben.
δ_1 Das Gewicht eines Cubikmeters Dampfes von $p_1$atm Spannung in Kilogramm.

Für L_m, die indicirte Leistung in Meterkilogramm während eines Kolbenhubes, ergiebt sich, falls man das Mariotte'sche Gesetz für die Expansion gelten lässt,

$$L_m = F\left[p_1 s_1 + p_1 (m s + s_1) \ln \frac{m s + s}{m s + s_1} - p_a s\right].$$

Da aber auch

$$p_e (m s + s) = p_1 (m s + s_1)$$

ist, so lässt sich s_1 aus der vorhergehenden Gleichung eliminiren, und hat man

$$L_m = F s p_1 \left[\frac{p_e}{p_1}(m + 1)\left(1 + \ln \frac{p_1}{p_e}\right) - m - \frac{p_a}{p_1}\right];$$

es sei ferner S_m das Gewicht des Füllungsdampfes, dann ist

$$S_m = \frac{F \delta_1}{10000}\left(m s + s_1 - m s \frac{p_e}{p_1}\right), \text{ oder auch}$$

$$S_m = \frac{F s \delta_1}{10000}\left[\frac{p_e}{p_1}(m + 1) - \frac{p_e}{p_1} m\right].$$

Wenn die mit 1kg Dampf erhaltene Leistung mit A_m bezeichnet wird, so ist

$$A_m = \frac{L_m}{S_m} \text{ oder auch}$$

$$A_m = \frac{\frac{10000\, p_1}{\delta_1}\left[(m + 1)\frac{p_e}{p_1}\left(1 + \ln \frac{p_1}{p_e}\right) - m - \frac{p_a}{p_1}\right]}{(m + 1)\frac{p_e}{p_1} - m \frac{p_e}{p_1}}.$$

Bezeichnet man weiterhin die Leistung von 1kg Dampf für $m = 0$ mit A_0, dann ist

$$A_0 = 10000 \frac{p_1}{\delta_1} \cdot \frac{\frac{p_e}{p_1}\left(1 + \ln \frac{p_1}{p_e}\right) - \frac{p_a}{p_1}}{\frac{p_e}{p_1}};$$

beide Leistungen mit einander verglichen, macht nach gehöriger Einrichtung

$$\frac{A_m}{A_0} = \frac{1 + \frac{1}{m} - \frac{p_1 - p_a}{p_e\left(1 + \ln \frac{p_1}{p_e} - \frac{p_a}{p_e}\right)}}{1 + \frac{1}{m} - \frac{p_a}{p_e}}.$$

Als Beispiel wählen wir eine der beiden Maschinen der Darmstädter Wasserwerke.

$F = 1630$, $s = 0{,}92$, $m = 0{,}04$
$p_1 = 6{,}125$, $p_e = 0{,}9$, $p_a = 0{,}125$ mit sehr geringer Compression.
$\delta_1 = 3{,}13$,

daraus findet man den Wirkungsgrad des Dampfverbrauches beziehlich des schädlichen Raumes, für

$m =$	$\frac{A_m}{A_0} =$
0,08	0,8352
0,04	0,9164
0,02	0,9573

Demnach vermindert sich die Leistung eines gegebenen Dampfgewichtes um annähernd 2 pCt., wenn der schädliche Raum eine Zunahme von 1 pCt. erleidet.

Der procentale Verlust an Dampf

$$= 100\left(\frac{1}{0{,}9614} - \right) = 9{,}123 \text{ pCt.}$$

stellt sich aber geringer bei einem Vergleiche mit dem Gesammtverbrauche heraus, welcher bei jener Dampfmaschine $= 1{,}64$ mal Füllungsdampf S_m ist.

Der Verlust durch den schädlichen Raum ($m = 0{,}04$) beträgt also nur $\frac{9{,}123}{164} = 5{,}56$ pCt.

Während die Dampfmaschinenconstructeure jetzt häufig den Nachtheilen des schädlichen Raumes durch sorgfältige Reduction desselben Rechnung tragen, findet man die in noch höherem Mafse

6. **dampfverlustbringenden Condensationsflächen** meistens noch unvermieden; so namentlich auch bei den Kolbenschiebern. Sie lassen als Rohrkolben den an dem einen Ende des Schiebergehäuses eintretenden heifsen Dampf nach dem anderen Ende hindurch, während sie von aufsen von dem nach der Mitte des Gehäuses hin auspuffenden Dampf umspült werden. Die Wandung des Rohrkolbens nimmt dabei eine Temperatur an, die in der Mitte zwischen der des heifsen und des austretenden Dampfes liegt, und condensirt daher an ihrer inneren Fläche einen bedeutenden Theil des eintretenden Dampfes, welcher Theil, für die Kraftwirkung verlorengehend, vom Kessel aus immer wieder ersetzt werden muss. Der doppelte Rohrkolben, Fig. 4, lässt zwar weniger Wärme von innen nach aufsen durch- und verlorengehen als ein einfacher, er würde jedoch noch weniger Dampf condensiren, wenn zwischen den beiden Cylindern, zwischen dem Vertheilungs- und Expansionsschieber, eine Isolirschicht ausgespart wäre. Da auch diejenigen Flächen, mit welchen abwechselnd gespannter und abgehender Dampf in Berührung kommt, condensirend wirken, so sind dieselben, und nicht blos bei Dampfcylindern mit Kolbensteuerung, möglichst zu vermeiden.

7. Eine vom Regulator ausgehende **Expansionsregulirung** mit Kolbenschiebern ist nicht besonders schwierig; jedoch erscheint uns nicht die Rider'sche Art mit den schraubenförmig gewundenen Einlasskanälen und dem durch den Regulator zu drehenden Expansionsschieber empfehlenswerth. Der Uebergang von der Schraubenform der Einlasskanäle durch stetige bis zu Null an der Aufsenfläche des Vertheilungsschiebers abnehmende Steigung macht eine nicht

unbedeutende radiale Zunahme des Expansionsschiebers erforderlich und zieht noch zudem eine Vermehrung des schädlichen Raumes nach sich.

Der zweitheilige Expansionsschieber (System Meyer) jedoch ist leicht vom Regulator aus zu beherrschen; nicht aber durch eine mit Rechts- und Linksgewinde versehene und drehbar gemachte Schieberstange, für Handstellung geeignet, sondern mit je einer Stange für jede Schieberhälfte. Diese beiden Stangen können nun entweder decentral, wie in Fig. 3, oder concentrisch, die eine als Rohr-, die andere als Kernstange, in einanderliegen. Aufsen sind die beiden Stangen gelenkig mit den Endpunkten eines doppelarmigen Hebels zu verbinden, dessen Drehpunkt gerade oder in einem flachen Bogen geführt und von der Excenterstange erfasst wird. Jener doppelarmige Hebel wird durch den Regulator an einem dritten Arm gehalten, in die verschiedenen, den Expansionsschieber seiner Länge nach verändernde Stellungen gebracht. Ein solcher Hebelapparat lässt sich auch in das Innere des Schiebergehäuses verlegen, so dass nur eine Schubstange, als Fortsetzung der Excenterstange, hineingeleitet zu werden braucht, und auch eine Stopfbüchse erspart wird. Dagegen muss die Stellbewegung des Regulators durch eine andere, etwa eine Drehaxe aufnehmende und viel weniger Reibungsarbeit verursachende Stopfbüchse hindurch übertragen werden.

Ein solches inneres Hebelwerk für Flachschiebersteuerung Meyer'schen Systemes ist dem Bernhard Leutert in Halle a/S. (D. R.-P. No. 12941, 7. September 1880) patentirt. Die vom Regulator aus durch die Gehäusewand durchgeleitete Bewegung ist aber eine schiebende und nicht eine drehende; auch ist die Verwendung von Zahnsegmenten statt des Doppelhebels hervorgehoben. Der Patentanspruch lautet auch auf »Compensationsplatten«, welche den Zweck haben, die Differenz der Reibung der beiden Expansionsschieberhälften auszugleichen. Ein solcher Ausgleich würde für Expansionskolbenschieber, deren Entlastung wegen, gegenstandslos sein.[1])

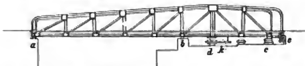
R. R. Werner.

Brückenbau.

Englische Drehbrücken. Bei den in neuerer Zeit vorgenommenen Erweiterungsbauten englischer Häfen haben verschiedene Drehbrückensysteme Anwendung gefunden, von denen unsere Quelle einige mittheilt.

System 1. Die Drehbrücke besteht aus zwei einarmigen Hälften, welche sich im geschlossenen Zustande derart gegen einander legen, dass die Brücke als Bogenbrücke wirkt. Dieses wird erreicht, indem entweder im Scheitel Keile eingesetzt werden oder am Kämpfer ein kurzes Stück des Bogens, welches um ein Scharnier drehbar ist, gegen das Widerlager gepresst wird. Unter den rückwärtigen Armen der beiden Brückenhälften befinden sich Rollenkränze. Die Bewegung geschieht mittelst Zahnradvorgeleges von Hand aus. Das System hat den Vortheil, dass im geschlossenen Zustande der Brücke die Rollenkränze zum Theil entlastet sind. Das System ist angewendet bis zu $18{,}3^m$ Breite der Durchfahrt.

System 2. Die Drehbrücke ist einarmig; die Hauptträger sind als über der Fahrbahn liegende Fachwerkbalken ausgebildet. Die Bewegung der Brücke geschieht durch hydraulischen Druck. Im geschlossenen Zustande liegt jeder Träger an drei Punkten auf, nämlich bei *a*, *b* und *c*. Soll die Brücke geöffnet werden, so lässt man Druckwasser unter



den Drehzapfen *d*. Die Brücke hebt sich zunächst von *b* und *c* ab, da dieselbe bei *a* ein geringes Uebergewicht hat; dann setzen sich die Laufrollen *e* unter den oben liegenden Laufkranz. Bei weiterer Hebung des Mittelzapfens hebt sich die Brücke auch bei *a* ab und kann nunmehr frei gedreht werden. Um die Drehung bewirken zu können, ist unter der Fahrbahn ein Kranz *k* angeordnet, an dessen Enden Ketten befestigt sind, welche zu zwei Druckcylindern führen. Je nachdem man in den einen oder anderen Cylinder Wasser einlässt, wird die eine oder andere Kette angezogen und dadurch die Brücke gedreht. Das System muss als ein sehr gutes bezeichnet werden. In geschlossenem Zustande sind Zapfen und Laufrollen vollständig entlastet. Der auf die Laufrollen entfallende Druck bei geöffnetem Zustande lässt sich genau reguliren.

System 3 unterscheidet sich vom vorigen nur dadurch, dass die Brücke bei *c* Uebergewicht hat, die Laufrollen *e* also auf unten liegender Bahn laufen.

System 4. Die Brücke besteht aus zwei einarmigen Consolträgern. An den rückwärtigen Armen dieser Träger befinden sich Gegengewichte, welche nicht nur die Träger selbst, sondern im geschlossenen Zustande auch die auf der Brücke ruhenden Lasten auszugleichen im Stande sind. Jede Console liegt bei geschlossener Brücke auf zwei Stützen, von denen die rückwärtige durch Kniehebelvorrichtung gesenkt oder gehoben werden kann. Soll die Brücke geöffnet werden, so werden die Kniehebel durch hydraulischen Druck in Bewegung gesetzt und die hinteren Stützen gesenkt; die Träger neigen sich rückwärts, wobei dieselben sich zunächst auf den festen Drehzapfen aufsetzen, dann von der vorderen Stütze abheben und schliefslich auf die am hinteren Ende befindlichen Laufrollen auflegen. Die Drehung geschieht sodann ähnlich wie bei den vorigen Systemen. Da der Drehzapfen hier nicht Druckcylinder ist, so werden weniger Reparaturen erforderlich sein; ferner ist als Vorzug zu erwähnen, dass bei dieser Anordnung nie das ganze Gewicht der Brücke, sondern nur das auf den Kniehebeln lastende Uebergewicht gehoben zu werden braucht. (Centralblatt der Bauverwaltung, 1882, S. 50.)

Gewölbte Brücken. Der unermüdliche Kämpfer für Anwendung von Steinbauten, Hr. Kreisbaumeister a. D. E. H. Hoffmann, veröffentlicht einige Mittheilungen über zwei kleinere gewölbte Brücken, welche sich durch Leichtigkeit und Eleganz auszeichnen. Die erste Brücke, beim Bau der Oranien-Arendseer Kreis-Chaussee ausgeführt, hat $7{,}2^m$ Spannweite, $1{,}2^m$ Pfeilhöhe und $9{,}0^m$ Breite. Die Bogenstärke ist nicht in Zahlen angegeben; nach der Zeichnung scheint dieselbe im Scheitel nur etwa $0{,}15^m$ zu betragen und nach den Kämpfern hin etwa auf das Doppelte zuzunehmen. Die Zunahme der Bogenstärke ist durch Anwendung besonders geformter Ziegel erreicht. Die Brücke hat sich bei einer Belastung von 1200^{kg} pro Quadratmeter sowie beim Ueberfahren einer 8750^{kg} schweren Chausseewalze gut bewährt. Die Kosten haben nur 3400 ℳ betragen. Der zweite Brückenbogen hat 12^m Spannweite, $0{,}60^m$ Pfeil und $0{,}25^m$ Scheitelstärke. Das Verhältnis der Pfeilhöhe zur Spannweite (1 : 20) ist hier also geringer, als dasselbe gewöhnlich bei eisernen Bogenbrücken angenommen wird. Bei einer Belastung von 5322^{kg} pro Quadratmeter zeigte der Bogen noch keine Risse. Allerdings ist bei diesem Bauwerk ein vorzüglicher Ziegelstein mit einer Druckfestigkeit von durchschnittlich 2845^{kg} pro Quadratcentimeter verwendet worden. (Bezugsquelle: Steinkohlen- und Ziegelwerks-Gesellschaft in Pest.) Auf Grund dieser neuen Erfahrungen glaubt Hr. Hoffmann für die Stefanie-Brücke in Wien (58^m Spannweite) eine massive Bogenbrücke als billig, solid und schön empfehlen zu müssen.

Es ist wohl möglich, dass gewölbte Bogenbrücken es wirklich verdienten, häufiger und insbesondere auch bei gröfseren Spannweiten angewendet und ausgeführt zu werden, als es heutzutage geschieht. Vergleichende Betrachtungen über die Kosten gemauerter und eiserner Brücken lassen sich kaum allgemein anstellen, da hierbei zu viel örtliche Verhältnisse (Herstellungskosten des Lehrgerüstes, der Widerlager u. s. w.) mitsprechen. Es scheint jedoch nach den bisher vorliegenden Erfahrungen, welche sich allerdings nur auf kleine Spannweiten erstrecken, dass bei so geringen Gewölbstärken, wie dieselben in den oben angeführten Beispielen zur Verwendung gekommen sind, in vielen Fällen massive Brücken sich wohlfeiler als eiserne Träger stellen können. Es wirft sich die Frage auf, weshalb denn für gröfsere Spannweiten derartig construirte massive Bogen nicht angewendet werden, und die

[1]) Noch zwei andere Ausführungsformen der Leutert'schen Steuerung enthält der praktische Maschinen-Constructeur, 1881, Tafel 31.

Antwort ist wohl dahin zu geben, dass man der Stabilität grofser Gewölbe von solch verhältnismäfsig schwachen Dimensionen nicht traut. Für kleinere Brücken liegen vielfach Erfahrungen vor, für gröfsere Spannweiten bleibt die Ausführung eines solchen Bauwerkes Experiment, und zwar im Falle des Misslingens ein recht kostspieliges Experiment. Die Gewölbtheorien, welche früher aufgestellt wurden, waren wenig Vertrauen erweckend. Man machte über die Lage der Stützlinie im Gewölbe entweder durchaus willkürliche Annahmen, oder man stellte Hypothesen auf, für welche naturgemäfs genaue Beweise fehlten. In letzter Zeit bricht sich nun mehr und mehr die Ansicht Bahn, dass die einzig rationelle Theorie der Gewölbe auf Grund der Elasticitätsverhältnisse des Materials aufgestellt werden kann; die Lage der Stützlinie ist nach diesen neueren Anschauungen abhängig von der elastischen Deformation des Gewölbes. Die Grundzüge dieser Theorie findet man: Winkler, Lage der Stützlinie im Gewölbe, Deutsche Bauzeitung, 1879 S. 117 und 127, sowie 1880 S. 58. Wenn diese Theorie selbst nun auch als durchaus exact zu bezeichnen ist, so sind doch die Grundlagen derselben immerhin noch zweifelhaft. Es wird vorausgesetzt, dass das Gewölbe sich als homogener, innerhalb der Grenzen der zulässigen Beanspruchung als vollständig elastischer Körper verhalte. Einzelne Versuche berechtigen wohl zu der Annahme, dass diese Voraussetzung angenähert zutrifft, allein darauf hin wird man keinem Ingenieur zumuthen können, gröfsere gewölbte Brücken mit wesentlich geringeren Bogenstärken als den bisher üblichen auszuführen. Es wäre eine dankenswerthe Aufgabe für unsere deutschen Materialprüfungs-Anstalten, systematisch an kleineren Gewölben zu untersuchen, wie weit die Elasticitätstheorie mit den thatsächlich auftretenden Erscheinungen übereinstimmt. Nachdem die Materialien selbst zunächst auf absolute Festigkeit und Elasticität geprüft sind, müsste man an ausgeführten Bogen die Durchbiegungen, das Auftreten der ersten Risse u. s. w. genau verfolgen. Würden dadurch die Grundlagen zur rationellen Berechnung eines Gewölbes geklärt sein, so wäre die Möglichkeit gegeben, bei geeigneten Verhältnissen gröfsere gewölbte Brücken mit geringem Material- und Kostenaufwand auszuführen. (Wochenschr. d. östr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1882, S. 21.)

Prüfung der eisernen Wegebrücken in Frankreich. Es sind hierfür seitens des Ministers der öffentlichen Arbeiten in Frankreich recht ausführliche Vorschriften aufgestellt. Die Probelastung ist sowohl durch gleichmäfsig vertheilte, ruhende Lasten, wie durch bewegliche Einzellasten unter Anwendung von zwei- bezw. vierrädrigen Wagen vorzunehmen. Für die Berechnung der Brücken soll ebenfalls sowohl gleichmäfsig vertheilte, mobile Belastung, wie eine solche durch Einzeldrücke berücksichtigt werden. Es sind ferner die Maximalgrenzen der zulässigen Beanspruchung des Materials festgestellt; hierbei ist auffallend, dass Gusseisen auch für solche Constructionstheile, welche auf Zug oder Biegung in Anspruch genommen sind, als zulässig erachtet wird. (Deutsche Bauzeitung, 1882, S. 35.) Krohn.

Elektrotechnik.

Elektrische Beleuchtung des Savoy-Theaters in London. Die vielen und unbestrittenen Vorzüge der elektrischen Beleuchtung vor allen anderen Beleuchtungsarten lassen die Anwendung derselben für Theater besonders geeignet erscheinen. Dem Eigentümer des neuen Savoy-Theaters in London gebührt das Verdienst, zuerst die elektrische Beleuchtung für ein ganzes Theater endgültig eingeführt zu haben. Zur Beleuchtung seines kleinen, sehr hübsch ausgestatteten Theaters kommen 1158 Swan-Glühlichter neuester Construction in Anwendung. Von diesen dienen 114, welche zu je drei an einem geschmackvoll aussehenden Broncearm angeordnet sind (Fig. 1), zur Beleuchtung des Zuschauerraumes. Die einzelnen Lichter sind in Milchglasglocken eingeschlossen, damit das Licht milder und angenehmer wirke und beim Zerspringen von Lampen die Scherben nicht herabfallen können. 220 Lampen werden zur Beleuchtung der zahlreichen Ankleidezimmer, Corridore, Treppenräume u. s. w. des Theaters gebraucht. 824 Lampen dienen zur Beleuchtung der Bühne; dieselben sind folgendermafsen angeordnet:

6	Reihen zu je	100	Lampen	über der Bühne	600
1	» » »	60	»	» » »	60
4	» » »	14	»	vertical angeordnet	56
2	» » »	18	»	» »	36
5	» » »	10	»	als Fufslichter	50
2	» » »	11	»	» »	22
					824.

Fig. 1

Ferner sind noch 8 Lampen im Maschinenraum angebracht, welche einerseits denselben erleuchten und andererseits dazu dienen, dem Maschinenwärter den Wechsel in der Lichtstärke der im Theater befindlichen Lampen anzuzeigen.

Die neue Form der Swan-Lampen ist in Figur 2 dargestellt. Das Aeufsere derselben besteht ganz aus Glas. Aus dem Ende des Halses ragen zwei zu einer Oese umgebogene Platindrähte hervor. An den beiden in der Glocke befindlichen Enden der letzteren ist der Kohlenbügel befestigt. Der Theil, mit welchem diese Lampen am Träger befestigt werden, besteht aus einem Knopf von Ebonit, welcher an den Träger angeschraubt werden kann. An dem Ebonitknopfe sind zwei Platinhaken angebracht, welche mit den Klemmschrauben in leitender Verbindung stehen. Diese Haken werden in die Platindrahtösen der Glühlampe gehakt und so letztere an dem Ebonitknopfe befestigt. Die Spiralfeder dient dazu, die vier Platindrahtenden in genügender mechanischer und elektrischer Berührung zu halten.

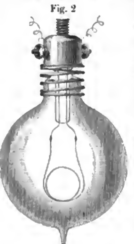


Fig. 2

Die Lampen sind parallel geschaltet. Es sind sechs Stromkreise vorhanden: fünf mit 200 und der letzte mit 166 Lampen. Für jeden Stromkreis ist eine Siemens'sche Wechselstrommaschine (Modell W_1), deren Elektromagnete durch eine besondere Siemens'sche dynamo-elektrische Maschine (Modell D_7) erregt werden, angeordnet. Aufserdem ist noch eine Dynamomaschine (Modell D_2) vorhanden, welche den Strom für die sehr starke, über dem Haupteingange des Theaters angebrachte Lichtbogenlampe liefert. Zum Betriebe der elektrischen Maschinen dienen 3 Dampfmaschinen, die zusammen 120 bis 130 Pferdestärken entwickeln.

Einen sehr interessanten Theil der ganzen Anlage bildet die Einrichtung, welche ermöglicht, die Lichtstärke der Lampen in dem einzelnen Stromkreise nach Bedürfnis schnell ändern zu können. Es sind zu diesem Zweck in einem kleinen Raum in der Nähe der Bühne sechs Umschalter angebracht, mittelst deren ein mehr oder weniger grofser Widerstand (in sechs Graden) in den erregenden Stromkreis eingeschaltet werden kann. Würden die Widerstände in den Lampenstromkreis eingeschaltet werden, so würde ein Theil der Betriebskraft unnütz verbraucht werden, was bei der vorliegenden Anordnung nicht der Fall ist. Denn die Einschaltung eines

Widerstandes in den Stromkreis der Dynamomaschine hat eine Schwächung der magnetischen Intensität der Wechselstrommaschine zur Folge; hierdurch wird der mechanische Widerstand gegen die Drehung des Ringes entsprechend verringert und somit weniger Betriebskraft erforderlich.

Die Vortheile der elektrischen Beleuchtung für Theater liegen auf der Hand. Vor allen Dingen ist die Feuersicherheit derselben eine viel gröfsere, als die der Gasbeleuchtung. Durch die Lampen selbst kann Feuer nicht entstehen, denn die Glaskugel wird nur so wenig warm, dass man sie mit der Hand anfassen kann; zerbricht sie, so verbrennt der Kohlenbügel augenblicklich und erkaltet. Um das Publikum von der Feuersicherheit der Glühlampen zu überzeugen, hat man im Savoy-Theater eine mit Musselin umwickelte Swan-Lampe vor den Augen desselben zerschlagen; eine Entzündung oder Versengung des Musselins trat hierbei nicht ein. In letzter Zeit ist vielfach behauptet worden, dass durch eine Ueberhitzung der Leitungsdrähte benachbarte Gegenstände leicht entzündet werden könnten. Dieser Fall soll z. B. auf der Pariser Ausstellung eingetreten sein. Man muss jedoch bedenken, dass es sich bei einer Ausstellung nur um provisorische Anlagen handelt, die meist in grofser Eile gemacht werden. Bei einer sorgfältig ausgeführten Anlage ist ein derartiges Vorkommnis nicht möglich, denn man wird die Leitungen immer so geschützt anbringen können, dass ein Zerreifsen oder Zerschneiden der Drähte nicht möglich ist. Eine metallische Verbindung beider Leitungen lässt sich durch die Anwendung richtig isolirter Drähte leicht vermeiden.

Abgesehen von ihrer Feuersicherheit bietet die elektrische Beleuchtung noch den Vortheil, dass sie die Luft nicht erhitzt und durch Verbrennungsproducte nicht verdirbt. Sie erweist sich als eine wahre Wohlthat für die Besucher der höheren Ränge und für die darstellenden Mitglieder.

Die Betriebssicherheit der ganzen Anlage ist eine genügend grofse. Ein gänzliches Versagen derselben kann überhaupt nicht eintreten, da die Lampen in sechs unabhängig von einander arbeitenden Stromkreisen angeordnet sind. Wird eine elektrische Maschine dienstuntauglich, so wird sie sofort durch eine Reservemaschine ersetzt. Es kann also nur für je einen Stromkreis eine Unterbrechung von höchstens 20 bis 30 Secunden eintreten. Bei grofsen Anlagen wird man, wie bei der vorliegenden, nicht eine einzige grofse Betriebsmaschine, sondern besser deren mehrere anwenden, die bei normalem Betriebe nicht auf das Maximum ihrer Leistungsfähigkeit in Anspruch genommen werden. Muss dann plötzlich eine Maschine aufser Betrieb gestellt werden, so wird, indem man die Leistung der übrigen entsprechend steigert, auch jetzt die zum Betriebe der elektrischen Maschinen erforderliche Kraft entwickelt werden können. Im Savoy-Theater ist übrigens, um sich gegen jede mögliche Störung zu schützen, an der Decke ein Sonnenbrenner mit 81 Gasflammen angebracht, in welchem während der Vorstellung eine lange Zündflamme brennt. Hierdurch ist es möglich, die Gasflammen jeder Zeit sofort anzünden zu können.

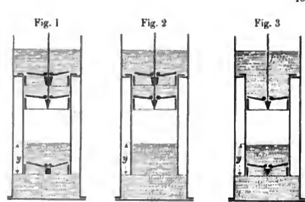
Die Wirkung der Glühlichtbeleuchtung des Savoy-Theaters soll eine überraschend schöne sein. Die Glühlichter geben ein ruhigeres und etwas weifseres Licht als die Gasflammen, ohne dabei so kalte Farbentöne hervorzurufen wie die Bogenlichter.

Die Vorzüge der Glühlichtbeleuchtung, besonders für Theaterzwecke, sind so bedeutend, dass dieselbe in Zukunft, selbst wenn sie theurer sein sollte als die Gasbeleuchtung, wenigstens in jedem neuen Theater in Anwendung kommen sollte.

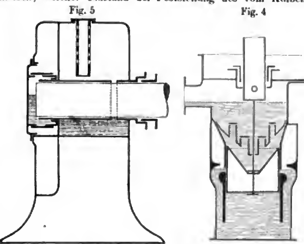
Pumpen.

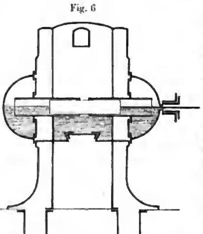
Warmwasser- oder Luftpumpen der Condensatoren.

Bei diesen Pumpen handelt es sich bekanntlich in erster Linie um die Erzeugung eines möglichst grofsen Vacuums im Condensator. Die verbreiteten Constructionen verticaler Warmwasserpumpen, Fig. 1 bis 3, erfüllen diese Bedingung nicht befriedigend, da die Spannung im Condensator immer um einen der Wassersäule y entsprechenden Betrag gröfser sein muss, als das durch die Pumpe erzeugte Vacuum. Die Pressung im Condensator hat eben das Wasser in den Cylinder



zu drücken. Diesen Mangel vermeidet Brown durch seine in Fig. 4 ohne Rücksicht auf das Detail dargestellte Construction. Der Einlass für die Luft und das Wasser befindet sich in der oberen Hälfte des Cylinders. Das letztere fliefst selbstthätig, also ohne eines Druckes seitens der Pressung im Condensator zu bedürfen, in den Cylinder und auf den Kolben, der es durch das zusammengesetzte Ringventil nach oben fördert. Weder durchbrochener Kolben, noch Saugventil ist demnach nöthig. Ein Theil des in den Cylinder gelaufenen Wassers wird allerdings beim Aufgange des Kolbens durch die ringförmige Oeffnung wieder in den Condensator fliefsen, welcher Umstand bei Feststellung des vom Kolben zu durchlaufenden Volumens zu beachten ist, doch lässt sich dieser Betrag in mäfsigen Grenzen halten. Brown verwendet diese Pumpen paarweise so, dass sich die mit Labyrinthdichtung versehenen Kolben entgegengesetzt bewegen. Die Kolbenhöhe ist nahezu gleich dem Durchmesser, welcher 250 mm beträgt.





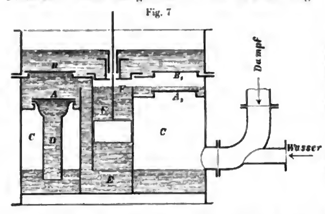
Brown hat dieselbe Anordnung auch für liegende Warmwasserpumpen getroffen, wie die Figuren 5 und 6 erkennen lassen. Sie soll übrigens von Bodmer (1847) herrühren. Eine ähnliche Construction findet sich noch in Engineer 1881, Vol. 52, S. 80.

Bei horizontalen oder schrägliegenden Pumpen ist übrigens das selbstthätige Eintreten des Wassers in den Cylinder ohne

die geringste Schwierigkeit zu erlangen, wie beispielsweise die auf Blatt 13, Fig. 1 bis 4, Band XXIII (1879) dieser Zeitschrift dargestellte Pumpe deutlich zeigt. Es bleibt dann aufserdem der Kolben immer mit dem Wasser in Berührung, so dass der Geschwindigkeit des ersteren nicht jene Grenzen gezogen sind, wie bei den Anordnungen Fig. 1 bis 3, deren Kolben beim Niedergange auf das Wasser aufschlagen.

Von dieser Beschränkung der Kolbengeschwindigkeit sich frei zu machen, bezweckt auch die Condensatorpumpe von Fr. Becker, Figur 7. (D. R.-P. No. 11 940 vom 1. Juni 1880.) Ferner soll bei dieser durch getrennte Abführung von Luft und Wasser ein bedeutenderes Vacuum erzielt werden. Beim Aufwärtsgange des Kolbens öffnet sich das Saugventil A und Wasser tritt aus dem Condensator C durch das Rohr D in den Raum E ein. Die in F befindliche Luft wird durch das Druckventil B_1 entfernt. Beim Niedergange des Kolbens wird das in E eingetretene Wasser durch das Druckventil B nach oben gefördert und Luft durch das Saug-

Fig. 7



ventil A_1 aus dem Condensatorraum C abgesaugt. So könnte man sich den Vorgang denken. Thatsächlich aber wird sich derselbe anders gestalten, wie sich ohne weiteres ergiebt, wenn man bedenkt, dass der Kolben ein ganz bestimmtes Wasserquantum durch D nach E saugt und durch B nach aufsen fördert. Wird weniger eingespritzt, als diesem Quantum entspricht, so müsste der Wasserspiegel in C sinken, bis die Mündung des Rohres D frei würde, so dass neben Wasser auch Luft durch D nach oben gelangte. Wird mehr Wasser eingespritzt, so müsste der Wasserspiegel in C steigen und schliefslich auch Wasser durch A_1 und B_1 gefördert werden. Schon hieraus erhellt, dass die vorliegende Construction nicht das leisten kann, was die Patentschrift erwartet.

Bezüglich der Pumpen Fig. 1 bis 3 sei noch kurz daran erinnert, dass Fig. 3 beim Aufwärtsgange des Kolbens mehr mechanische Arbeit fordert, als Pumpen nach Fig. 1 oder 2. Dagegen wirkt beim Niedergange die Pumpe Fig. 3 als Motor auf die Maschine zurück. Hierin liegt bekanntlich der Grund, weshalb die Anordnungen Fig. 1 und 2 denjenigen in Fig. 3 vorzuziehen sind. C. B.

Heizung und Lüftung.

Ueber die Berechnung der Umlaufsgeschwindigkeit des Wassers in Wasserheizungen, insbesondere der Perkinsheizungen liefern Fischer & Stiehl in Essen eine bemerkenswerthe Arbeit. Die Verfasser weisen zunächst nach, dass Pélet, Fernini (auch Wolpert) in ihren Lehrbüchern das h in der Geschwindigkeitsformel:

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{R}}$$

in welcher v die Geschwindigkeit, h die Druckhöhe, R die Summe der Widerstände bedeuten, ungenau eingesetzt haben[1]).

[1]) Auch Weifs rügt (Gesundheitsingenieur 1881, S. 669) denselben Fehler, irrt sich aber, wenn er annimmt, dass der Fehler »jetzt noch in allen diesbezüglichen Werken enthalten sei«. Ich habe den Fehler nicht gemacht; (vergl. Hermann Fischer, Künstliche Beleuchtung, Heizung und Lüftung der Räume, Handbuch der Architektur Theil III, Bd. 4).

Ferner machen die Verfasser auf die Ungenauigkeit der bisher gebräuchlichen Berechnung des Wassergewichtes bei verschiedenen Temperaturen aufmerksam. In der That dürfte in dieser Beziehung allgemein dem Bestreben nach einfachen Formeln zu sehr nachgegeben sein. Die Verfasser wollen deshalb die bekannten Wassergewichte unmittelbar einsetzen, um auf diesem Wege zu einem genauen Werthe für v zu gelangen. Hierzu ist noch die Bestimmung der Widerstände R erforderlich, welche nach den Weisbach'schen Angaben erfolgen soll. Hier passirt den Verfassern der Unfall, dass sie die Weisbach'sche Formel für scharfe Kniee durchaus falsch wiedergeben

$$(\text{nämlich } \xi = 0{,}9457 \sin^2 \delta + 2{,}047 \sin^4 \delta$$

$$\text{statt } \xi = 0{,}9457 \sin^2 \frac{\delta}{2} + 2{,}047 \sin^4 \frac{\delta}{2})$$

und die jedenfalls unrichtigen Werthe Weisbach's für gekrümmte Röhren ohne jede Bemerkung beibehalten. Diese Fehler beeinträchtigen den Werth der Arbeit einigermafsen. Es wird dann empfohlen, unter vorläufiger Annahme der Wassertemperaturen und Rohrweiten auf Grund des in Linien festgestellten Entwurfs v zu berechnen, dann zu vergleichen, ob die gemachten Annahmen zutreffend waren und nach Umständen unter Einführung anderer Annahmen die Rechnung so lange zu wiederholen, bis ein genügender Einklang sämmtlicher Werthe gefunden ist. Es werden alsdann Beispiele berechnet, theils um das Rechnungsverfahren weiter zu erläutern, theils um die Nothwendigkeit genauen Rechnens anschaulich zu machen. (Gesundheitsingenieur 1881, S. 373 ff.)

Die vielfach verbreiteten irrigen Ansichten **über die Vortheile und Nachtheile der verschiedenen Beheizungsarten** können nur allmählich durch richtige ersetzt werden. Die Klärung der Anschauungen dieses technischen Gebietes ist um so schwieriger, als auf demselben einerseits das Wohlbefinden, also eine von Gewohnheiten, Launen und Vorurteilen wesentlich beeinflusste Erscheinung, andererseits recht zusammengesetzte, rechnerisch schwer verfolgbare, physikalische und chemische Vorgänge eine nicht geringe Rolle spielen.

Einigen Erfolg dürften in dieser Beziehung die in den Schulen verschiedener Städte angestellten Versuche, bezw. die Erörterungen haben, welche sich an die genannten Beobachtungen knüpften. Dr. med. Ploss liefert (Gesundheitsingenieur 1881, S. 565 ff.) eine lesenswerthe Zusammenstellung verschiedener Urteile über die Heizung und Lüftung in Schulen. Es bedarf nur eines aufmerksamen Lesens dieser verschiedenartigen Urteile, um zu erkennen, welche laienhaften Ansichten oft sogar bei denjenigen Personen vorliegen, welche die Aufgabe hatten, die Vortheile und Nachtheile der einzelnen Anlagen sachgemäfs abzuwägen; man findet daneben aber in überwiegendem Mafse das Durchbrechen klarerer Anschauungen, den Nachweis, dass die gröfste Zahl der landläufigen, namentlich den Luftheizungen gemachten Vorwürfe auf Voreingenommenheit und Unkenntnis beruht. Eingehender, weil nur eine Beheizungsart behandelnd, erläutern drei Vorträge, welche 1881 am 16. Sept. im sogenannten hygienischen Congresse zu Wien gehalten wurden, die Vortheile und Nachtheile der Feuerluftheizungen im besonderen. (Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege Bd. XIV, S. 154.) Der Berichterstatter behandelt die Frage zunächst vom technischen Standpunkte, indem er nachweist, dass, genau genommen, alle Heizungen »Luftheizungen« sind. Derselbe vergleicht alsdann das Verhalten der einzelnen Heizflächen der Luft und im besonderen der mit Staubtheilchen behafteten Luft gegenüber, wodurch der Nachweis geliefert wird, dass die heifseren Flächen der gewöhnlichen Stubenöfen sowie der Feuerluftheizungsöfen zwar in höherem Mafse die in der Luft schwebenden Staubtheilchen zersetzen, als die weniger heifsen der Wasser- und Dampfheizungen, dass jedoch der Unterschied nicht so grofs ist, wie gewöhnlich angenommen wird. Weiter wird der Vorwurf des Trockenheitsgefühles sowie der gröfseren Temperaturunterschiede der verschieden hohen Luftschichten in den durch Feuerluftheizung erwärmten Räumen abgewiesen, da nothwendigerweise dieselben Erscheinungen bei jeder anderen der gebräuchlichen Heizungsarten auftreten müssen. Endlich führt der Berichterstatter als thatsächliche Ursachen der Voreingenommenheit, mit welcher man den Feuerluft-

heizungen begegne, den mangelhaften Unterricht auf dem Gebiete des Heizungs- und Lüftungswesens und die mangelnde Reinlichkeit in den Heizkörpern, Heizkammern und Luftkanälen an[1]). Der zweite Redner, Dr. Max Gruber—München, erörterte die Kohlenoxydgasfrage. Derselbe schildert zunächst das Fodor'sche Verfahren zur Bestimmung des in atmosphärischer Luft enthaltenen Kohlenoxyds, mittelst dessen man dasselbe in der Verdünnung 1 : 20 000 noch erkennt, beschreibt alsdann auf Grund zahlreicher Versuche den Einfluss kohlenoxydhaltiger Luft auf Kaninchen, Hühner und — sich selbst — und gelangt zu dem Schlusse, dass die Grenze der Schädlichkeit des Kohlenoxydgases in der Verdünnung 5 : 10 000, jedenfalls aber in der von 2 : 10 000 Raumtheilen atmosphärischer Luft vorhanden sei. Man sei sonach in der Lage, mit Hülfe des Fodor'schen Untersuchungsverfahrens den Kohlenoxydgehalt bis weit über die Schädlichkeitsgrenze desselben hinaus mit aller Sicherheit zu verfolgen. Gruber führt nun ferner an, dass ihm bei zahlreichen Beobachtungen, selbst wenn die Ofenwände längere Zeit rothglühend waren, nicht gelungen sei, in der die Ofenwände bespülenden Luft Spuren des Kohlenoxyds zu finden. Dass bei mangelhaftem Zuge, wenn der Rauch aus den Fugen des Ofens hervortritt, auch das in diesem etwa befindliche Kohlenoxydgas sich der umgebenden Luft beimischt, ist selbstverständlich; solche Zustände treten bei guten Anlagen jedoch nicht auf.

Der dritte Redner, Professor v. Fodor—Budapest, berichtet über exacte Versuche zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft, welche ergeben, dass selbst glühende Eisenflächen bei sechsstündiger Einwirkung auf mit Wasserdampf gesättigte Luft keine messbare Austrocknung derselben hervorbringen. Fernere Versuche gaben ihm den Beweis, dass das sogenannte Trockenheitsgefühl lediglich den Destillationsproducten des organischen Staubes zuzuschreiben sei. Bis auf 150° erwärmter Staub liefert Dämpfe, welche stark sauer reagiren, an der Bindehaut des Auges Röthung und Brennen, am Gaumen bitteren Geschmack und kratzendes Gefühl verursachen. Je höher die Temperatur steigt, um so reichlicher entwickeln sich diese Destillationsproducte. Fodor verlangt deshalb Reinhaltung der Heizflächen und Vermeidung hoher Heizflächentemperaturen.

Die Frage, ob Luftbefeuchtung — bei Luftwechsel während der kälteren Jahreszeit — nöthig sei oder nicht, behandelt Fodor als eine z. Z. noch offene und bestätigt damit eine schon früher von dem Berichterstatter ausgesprochene[2]) Meinung. Inbezug auf das Vorfinden des Kohlenoxyds bestätigt auch Fodor, dass die Luft neuerer Feuerluftheizungen frei von Kohlenoxyd sei.

Besonderes Lob spendet Redner der vorliegenden Heizungsart inbezug auf die Leichtigkeit, mit welcher durch dieselbe der Luftwechsel hervorgebracht werden könne, und empfielt, auf die sogenannte Umlaufs-(Circulations-)Heizung zu verzichten, soweit überhaupt eine nennenswerthe Lüftung erforderlich erscheine, da gar zu leicht — wenn es bequem möglich sei — die Benutzung der für den Luftwechsel bestimmten Einrichtungen aufser Gebrauch käme.

In derselben Richtung ist die Veröffentlichung der Versuchsergebnisse zu begrüfsen, welche im Auftrage der königl. Sächsischen Regierung in zahlreichen sächsischen Schulen gewonnen sind (vergl. Wochenblatt für Architekten und Ingenieure 1882, S. 20, 31 und 41 unter der Ueberschrift: »Zum Kapitel Schulheizung«). Leider sind auch diese Beobachtungen nicht derartig durchgeführt, dass zweifellose Schlüsse inbezug auf die empfelenswertheste Beheizungsart auf sie gebaut werden könnten; man will augenscheinlich vermeiden, wirkliche Sachkundige zu derartigen Untersuchungen heranzuziehen. Immerhin sind folgende Thatsachen aus den Versuchsergebnissen zu entnehmen:

1. Die theuerste Heizungsart inbezug auf Anlagekosten ist die Dampfwasserluftheizung, die billigsten sind die örtlichen Heifswasser- und Ofenheizungen. Den gröfsten Brennstoffaufwand erfordert die örtliche (Local-)Ofenheizung[1]).
2. Die Dampfwasserluft- und Wasserheizungen liefern die gleichmäfsigste, die örtliche Ofenheizung die wechselndsten Temperaturen.
3. Der Kohlensäuregehalt der Luft ist am günstigsten bei der Feuerluftheizung, am gröfsten bei der örtlichen Ofenheizung; Ergebnisse, die auch ohne Versuche, lediglich durch logischen Schluss gewonnen werden.

H. F.

[1]) Die Auseinandersetzung des letztgenannten Punktes hat dem königl. preufs. Hrn. Bautenminister zu einer Verfügung Anlass gegeben, nach welcher in den Gebäuden des preufsischen Staates die Heizkörper und Zubehör häufig gereinigt werden müssen.

[2]) Hermann Fischer, Heizung, Lüftung und Beleuchtung. Handbuch der Architektur Theil III, Bd. 4, S. 76.

Locomotiven.

Untersuchungen über die Leistung der Locomotiven.

Obwohl hinsichtlich der experimentellen Ermittelung der durch die Locomotiven unter verschiedenen Verhältnissen ausgeübten Leistungen schon mancherlei geschehen ist, so kann doch nicht geleugnet werden, dass es sehr erwünscht wäre, wenn derartige Versuche in gröfserer Ausdehnung wieder aufgenommen und namentlich an Locomotiven von verschiedener Construction durchgeführt würden, um ebensowohl über die mehr oder weniger rationellen Constructionsverhältnisse dieses oder jenes Kessels, als über den gegenseitigen Werth der verschiedenen Dampfmaschinen- bezw. Steuerungssysteme, sowie der Kuppelungsverhältnisse und Disposition der Treibachsen mancherlei Beobachtungen und Erfahrungsresultate sammeln zu können.

Obermaschinenmeister Borodin in Kiew schlägt vor, zu diesem Zwecke sogenannte Locomotiv-Versuchsstationen einzurichten, d. h. an einem geeigneten Platze die zu untersuchende Locomotive aufzustellen, die Berührung zwischen den Rädern der Treibachse und den Schienen aufzuheben, die Bandagen durch Abdrehen so umzuformen, dass dieselben als Riemscheiben fungiren können und auf diese Weise den durch die Dampfarbeit geleisteten Effect abzuleiten und mittelst Bremszaumes zu messen. (Organ 1881, Heft 4 und 5, S. 197 bis 201.) Wie man sieht, will also Hr. Borodin der Locomotive einfach ihre locomobile Eigenschaft benehmen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass sich unter solchen Verhältnissen gewisse Beobachtungen am Kessel sowie an den Dampfmaschinen der Locomotive in ganz gleicher Weise anstellen lassen, wie an jedem stationären Kessel bezw. jeder stationären Maschine; ob aber die so durchgeführten Messungen geeignet sein würden, als Grundlagen für die Beantwortung derjenigen Fragen zu dienen, die im Eingang andeutungsweise berührt wurden, scheint uns mehr als zweifelhaft. Bei Untersuchung der Dampfmaschinen ebenso wie des Kessels müssten offenbar ähnliche Effecte entwickelt und gemessen werden, wie sie bei der Beförderung von Personen- bezw. Güterzügen in Frage kommen, d. h. Effecte von 250, 300 bis 400 Pferdestärken, bei gröfseren Cylinderfüllungen auch wohl noch mehr; eine Riementransmission in der Weise, wie Hr. Borodin dieselbe vorschlägt, ist schlechterdings nicht im Stande, diese Effecte zu übertragen, abgesehen davon, dass eine längere Zeit andauernde Bremsung von 300 bis 400 Pferdestärken ebenfalls ihre Schwierigkeiten hat. Es scheint uns vielmehr, dass die Einrichtung derartiger Locomotiv-Versuchsstationen weder zweckmäfsig noch erforderlich ist, denn einerseits sind die Vorbedingungen, welche bei Aufnahme der fraglichen Messungen erfüllt sein müssen, eben nur beim regelrechten Betriebe der Locomotive als Zugbeförderungsmittel vorhanden, andererseits sind innerhalb der letzten Jahre eine Reihe von Instrumenten erfunden und ausgeführt worden, welche es möglich machen, die Zugkraft der Locomotive und die augenblickliche Fahrgeschwindigkeit zu messen und graphisch darzustellen, woraus sich die Nutzleistung der Locomotive ergeben würde, — wir nennen nur beispielsweise den Geschwindigkeitsmesser von Finkbein &

[1]) In einem Aufsatz in der »Deutschen Bauzeitung« 1881, S. 472, wird auf Grund der Versuche in Darmstädter Schulen berechnet, dass die Gesammtkosten des Beheizens bei der Feuerluftheizung am geringsten sind und in folgender Reihenfolge steigen: Feuerluft-, örtliche Ofen-, Wasser-Mitteldruck-, Wasser-Niederdruck-Heizung. Jedoch wird ausdrücklich hervorgehoben, dass wegen der Mangelhaftigkeit der Versuche die Versuchsergebnisse nur wenig Verwendung finden konnten.

Schäfer (Organ 1878, S. 93, 1880, S. 142), von Westinghouse (Armengaud, publ. ind. 1878, Bd. IV, S. 353), von Dato (Organ 1877, S. 45), von Krämer (Eisenb. 1877, Bd. VII, S. 73), von Pohl (Organ 1878, S. 183), von Göbel (Organ 1879, S. 55), von Klose (Organ 1879, S. 223), von Petry, Siemens & Halske (Ann. f. Gewerb. u. Bauw. 1879, Bd. V, S. 403), von Dorpmüller (Wochschr. d. Ver. dtsch. Ing. 1879, S. 364), von Stroudley (Polyt. Journ. 1880, Bd. 235, S. 336), das Dynamometer von Holzt (Organ 1869, S. 12), den Arbeitsmesser von Killiches (Eisenb. 1878, Bd. 8, S. 149 und 157), namentlich aber die in einem besonderen Wagen disponirten Apparate zur Ermittelung der Zugwiderstände und der Gröfse der Zugkraft von Regray, Oberingenieur der französischen Ostbahn, welche nach dem Muster der von Vuillemin, Guébhard und Dieudonné zu ihren bekannten, im Jahre 1867 auf der französischen Ostbahn angestellten Versuchen benutzten Einrichtungen construirt sind (Engineering 1878, II, S. 290 u. 307, im Auszuge im Organ 1879, S. 223 bis 224).

Es unterliegt also wohl keinem Zweifel, dass die experimentelle Ermittelung der während der Beförderung eines Zuges stattfindenden Nutzleistung einer Locomotive unter den verschiedensten Verhältnissen mit jeder nur wünschenswerthen Genauigkeit ermöglicht ist. Weniger einfach ist allerdings die Durchführung indicatorischer Messungen an den Dampfcylindern, jedoch lassen sich auch die hierbei vorhandenen Schwierigkeiten durch zweckmäfsig getroffene Einrichtungen überwinden; wir erwähnen hier die Indicatorversuche, welche in den Jahren 1847 bis 1850 Gooch an der Courirzug-Locomotive »Great Britain« der Great Western Railway und Kinnear Clark an verschiedenen Locomotiven der Glasgow and South Western, Caledonian und Edinburgh and Glasgow Railway ausgeführt haben, deren Resultate von Kinnear Clark in seinem Werke »Railway Machinery«, London 1855 mitgetheilt und zu theoretischen Untersuchungen über das Verhalten des Dampfes in Locomotiv-Cylindern verwerthet werden, die Indicatorversuche, welche Obermaschinenmeister Welkner an Locomotiven der Hannoverschen Eisenbahn durchführte, deren Resultate in seinem bekannten Werke »Die Locomotive«, Göttingen 1859 mitgetheilt und benutzt sind, ferner die von Prof. Bauschinger und Maschinenmeister Zorn im Jahre 1865 an Locomotiven der bayerischen Staatsbahnen durchgeführten Indicatorversuche (Civilingenieur 1867, Bd. 13, S. 479; 1868, Bd. 14, S. 1, 83 und 317), endlich die Einrichtungen, welche Regray in dem oben erwähnten Apparatenwagen der französischen Ostbahn nach der Idee von Marcel Deprez getroffen hat, um dort mit Hülfe elektrischer Vermittelung von beiden Seiten jedes Dampfcylinders der Locomotive während der Fahrt Indicatordiagramme aufnehmen zu können (Engineering 1878, II, S. 329).

Was endlich die Messung des Kohlen- und Wasserverbrauches sowie die Untersuchungen über die Ausnutzung der Brennstoffe in den Locomotiven anbetrifft, so sind wir der Ansicht, dass sich diese mit derselben Genauigkeit, wenn auch mit etwas mehr Aufwand von Mühe, bei der regelrechten Dienstleistung einer Locomotive, wie bei ihrer Unterbringung in einer Borodin'schen Versuchsstation, ausführen lässt, wenigstens berechtigen zu dieser Behauptung unter anderen die Versuche von Gooch und Clark, von Bauschinger und Zorn (siehe oben), sowie die in neuester Zeit von Dr. F. Fischer in Hannover angestellten Messungen über die Ausnutzung der Brennstoffe in Locomotiven (Polyt. Journ. 1881, Bd. 241, S. 450), mit welchen auch Analysirung der Rauchgase und Beobachtungen betreffs der Temperatur, mit welcher diese durch die Rauchkammer strömten, verbunden waren. Die gröfste Schwierigkeit würde die Bestimmung des vom Dampfe mechanisch aus dem Kessel mitgerissenen Wassers verursachen, doch liefse sich auch diese Frage durch Vergleichung des verdampften Wasserquantums mit der aus den Indicatordiagrammen mit Hülfe eines Hubzählers ermittelten Dampfmenge annähernd genau beantworten.

So wenig wir uns also zu Gunsten der Borodin'schen Vorschläge aussprechen können, so sehr müssen wir dem Wunsche Ausdruck geben, dass ähnliche und womöglich noch umfangreichere Versuche, als die früher angestellten, von den Eisenbahnverwaltungen ins Werk gesetzt würden.

Rahmen nebst Zubehör. Eines der wichtigsten Armaturstücke des Rahmenbaues bildet der Schneepflug. Zur Beseitigung von Schneemassen, deren Höhe nicht mehr als $0,75^{m}$ beträgt, können Schneepflüge, welche direct am Bufferbrette des Locomotivrahmens befestigt werden, verwendet werden. Dieselben müssen bei der erforderlichen Solidität möglichst leicht sein, die Buffer und Zugvorrichtung nicht überragen und verdecken, um gegebenenfalls Wagen ankuppeln und verschieben zu können, sie müssen den Cylindern und dem Bewegungsmechanismus der Locomotive gegen die Schneemassen ausreichenden Schutz gewähren und namentlich beim Durchbrechen der Schneemassen letztere möglichst geschlossen und ohne Zerstäuben zur Seite legen und hierdurch die Bahn auf mindestens 3^{m} Breite frei machen. Oberingenieur Slávy in Banjaluka (Bosnien) beschreibt einen derartigen Schneepflug, welcher sich im Betriebe gut bewährt hat; derselbe ist aus Winkeleisen, Eisenblech und Holzbelag, mit dünnem Blech beschlagen, hergestellt, wiegt 930^{kg} und wird mittelst Bolzen an die vorderen Enden der Rahmenbleche unterhalb der Bufferbohle befestigt. Die untere und obere Begrenzungskante der beiden in der Mitte zusammenstofsenden windschiefen Pflugflächen sind geradlinig und horizontal, die ebenfalls geradlinige Trennungskante der Pflugflächen ist um etwa 60^{0} gegen die Horizontale geneigt, während die Aufsenkanten dieser Flächen durch vertical stehende Curven gebildet sind, welche unter einem Winkel von etwa 20^{0} ansteigend bis zu $^{2}/_{3}$ der Pflughöhe sehr schwach gekrümmt verlaufen, um sich von da aus mittelst Hohlkehlen an eine durch die obere Begrenzungskante gelegte Horizontalebene anzuschliefsen. Bei 30^{km} Fahrgeschwindigkeit schleuderte ein derartiger Pflug eine Schneelage von 50^{cm}, ohne ein Zerstäuben derselben hervorzurufen, in zwei geschlossenen Garben beiderseits der Bahn 3^{m} bis 4^{m} weit vom Gleise; bei 70^{cm} Schneehöhe war das Stäuben nur unbedeutend, ohne indes die Fernsicht zu behindern, was einerseits durch die völlig eckenfreie Rundung der Pflugflächen, andererseits durch deren obere breite Rückwindung ermöglicht wird. Auf kürzere Strecken von 100 bis 200^{m} Länge wurden sogar Schneelagen von circa 88^{cm} Höhe von dem Pfluge anstandslos durchbrochen, wobei allerdings infolge des Ueberflutens des oberen Schneepflugrandes ein stärkeres Aufwirbeln des Schnees eintrat. Infolge der beim Betriebe mit diesem Pfluge gemachten Erfahrungen glaubt Slávy behaupten zu dürfen, dass die beschriebene Schneepflug-Armatur sehr geeignet sei, in den allermeisten Fällen die kostspieligen, auf eigenen Rädern laufenden Schneepflüge zu ersetzen, bei welchen die Gefahr einer Entgleisung des Pfluges häufig sehr nahe liegt, wodurch die Betriebsstörungen noch vergröfsert werden. Unsere Quelle giebt genaue Abbildung des Pfluges. (Organ 1881, H. 4 u. 5, S. 148—149.) L. P.

Eisenhüttenkunde.

Winderhitzung für Hohöfen. Im 2. Hefte der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen (1882) macht Hr. Bergrath Wiebmer in Gleiwitz einige interessante Mittheilungen über neue, auf der Gleiwitzer Hütte angelegte, gusseiserne Winderhitzungsapparate. Die der Mittheilung beigegebene Zeichnung zeigt diese Apparate als solche der Werke bei Middlesborough, z. B. von Bolckow, Vaughan & Co. u. s. w.

Jeder der drei Gleiwitzer Apparate hat 18 Rohre und 519^{qm} Heizfläche; zusammen sind also 1557^{qm} Heizfläche vorhanden. Das zu erwärmende Windquantum beträgt 160^{cbm} pro Minute, so dass auf 1^{cbm} Wind $9,73^{qm}$ Heizfläche kommen. Der Windinhalt der Rohre eines Apparates beträgt 36^{cbm}, zusammen also 108^{cbm} bei 3 Apparaten. Die Wegeslänge des Windes während der Erhitzung beträgt 63^{m}.

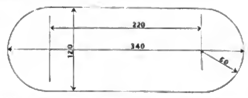
Nach diesen Daten des Hrn. Wiebmer ergiebt sich, dass die 160^{cbm} Wind nach der Erwärmung auf eine Temperatur von 600^{0} ein Volumen von $160 \times 600 \times 0,00367$ oder von 352^{cbm} haben, so dass der Wind mit einer Geschwindigkeit von $\frac{352 \times 63}{108} = 205^{m}$ in der Minute austritt. Von dem genannten Windquantum wird nach Wiebmer durch jeden Apparat $^{1}/_{3}$ erwärmt. Dadurch soll der Reibungsverlust verhindert werden, welcher angeblich eintreten würde, wenn das gesammte Windquantum durch einen Apparat nach dem anderen

geführt würde. Durch diese Anordnung soll nach Wiebmer auch die Haltbarkeit der Apparate erhöht werden.

Dieser Auseinandersetzung widerspricht allerdings die gleich darauf folgende Beschreibung Wiebmer's, nach welcher die Rohre desjenigen der Apparate verbrennen müssen, in welchem eine etwas höhere Temperatur darum erzeugt wird, weil weniger Wind hindurchgeht oder mehr Gas in demselben verbrannt wird. Es dürfte ganz unmöglich sein, den Betrieb selbst nur von 3 Apparaten so zu reguliren, dass, wenn auch die hindurchstreichenden Windmengen einander gleich sind, der Voraussetzung entsprechend in jedem Apparate genau gleiche Quantitäten Gas zu gleicher Wärmeentwickelung gebracht werden können.

Mit der Ansicht des Hrn. Wiebmer, dass eiserne Apparate unter gewissen Verhältnissen vortheilhafter anwendbar seien als steinerne Apparate, wie die von Whitwell oder Cowper, erklärt Referent sich um so mehr einverstanden, als die für letztere angegebenen Temperaturen von 700° wohl nur ausnahmsweise erreichte sind. Die gewöhnlichen Temperaturen der steinernen Apparate sind beim Beginne der Benutzung 550°, wobei noch eine stetige Abnahme der Temperatur während der Zeit bis zur Benutzung des nächsten Apparates in Rechnung zu ziehen ist. Die Leistung der gusseisernen Apparate kann aber eine noch wesentlich höhere sein, als Hr. Wiebmer in seinen Mittheilungen angiebt.

Bei den Hohöfen in Kreuzthal bei Siegen sind gusseiserne Apparate mit stehenden Röhren von nebenstehendem Querschnitte angewandt und sind darüber folgende Mittheilungen zu machen.



Einer der vorhandenen zwei Hohöfen hat 4 solcher Apparate, der andere 5. Jeder Apparat hat 16 Röhren à 10,25 qm, also 164 qm Heizfläche. Für den einen Hohofen sind demnach 4×164 qm $= 656$ qm Heizfläche vorhanden. Demselben werden pro Minute 225 bis 300 cbm Wind zugeführt, so dass nur 2,9 bis 2,18 qm Heizfläche auf 1 cbm Wind kommen. Die Temperatur des Windes ist trotzdem durchschnittlich 550°, und sind auch wiederholt Temperaturen von 680° mit dem allbekannten Calorimeter (genannt Siemens-Pyrometer) gefunden worden.

Bei dem anderen Ofen in Kreuzthal sind $5 \times 164 = 820$ qm Heizfläche für 425 bis 450 cbm Wind vorhanden, so dass bei diesem auf 1 cbm Wind gar nur 1,8 qm Heizfläche kommen.

Bei solchen Resultaten gebührt den gusseisernen Apparaten um so mehr der Vorzug vor den steinernen Apparaten, als letztere wesentlich mehr Anlagekosten erfordern.

Ein Hohofen erfordert 4 steinerne Apparate à 45 000 bis 50 000 *M* Anlagekosten, mit je 1300 qm Heizfläche. Von den 4 Apparaten, welche zusammen mindestens 180 000 bis 200 000 *M* kosten, ist immer nur einer zur Zeit in Benutzung. Um also fortwährend 1300 qm Heizfläche ausnutzen zu können, müssen 200 000 *M* Anlagekosten aufgewandt werden. Ein Quadratmeter ausnutzbarer Heizfläche steinerner Apparate kostet also $\frac{200\,000}{1300}$ = rot. 150 *M*.

Ohige 5 gusseiserne Apparate mit 820 qm ausnutzbarer Heizfläche kosteten rund 70 000 *M*. Das Quadratmeter Heizfläche kostete also $\frac{70\,000}{820} = 85$ *M*.

Wenn man für einen Hohofen, wie bei den steinernen Apparaten, 1300 qm Heizfläche gusseiserner Apparate anlegen wollte, würde man also nur 110 000 *M* Anlagekapital haben, d. h. fast nur halb so viel wie bei steinernen Apparaten, und würde mit [illegible] Temperaturen haben, wie bei [illegible] ate in Gleiwitz haben aufserdem noch [illegible] inhalte und kürzeren Windweg, als die Kreuzthaler Apparate.

Interessant ist bei dieser Thatsache, dass das viel gröfsere Quantum Wind, obgleich es mit wesentlich gröfserer Geschwindigkeit durch die Kreuzthaler Apparate streichen muss, doch mindestens ebenso warm wird, als in den Gleiwitzer Apparaten.

Der obige Querschnitt der Kreuzthaler Rohre hat 0,037 qm Fläche. Die Rohre sind 10,4 m lang, haben also 0,384 cbm Inhalt. Ein Apparat mit 16 Röhren hat demnach 6,15 cbm, 5 Apparate also zusammen nur 30,75 cbm Windinhalt für 425 bis 450 cbm zu erwärmenden Wind, während in Gleiwitz 108 cbm Windinhalt für nur 160 cbm Wind vorhanden sind.

Auf 100 cbm zu erwärmenden Windes kommen in Kreuzthal nur 0,068 cbm Apparatinhalt; in Gleiwitz dagegen 0,67, d. h. zehnmal mehr.

Die 450 cbm Wind haben nach ihrer Erwärmung auf 550° ein Volumen von $450 \times 550 \times 0{,}00367 = 908$ cbm.

Da der zurückzulegende Weg bei den Kreuzthaler Apparaten 83,2 m für jeden Apparat ist, durch welchen je $^1/_5$ des Windes strömt, so tritt der Wind bei diesen Apparaten mit einer Geschwindigkeit von $\frac{908 \times 83{,}2}{30{,}75} = 2456$ m aus, d. h. mit einer 12 mal gröfseren Geschwindigkeit, als bei den Gleiwitzer Apparaten.

Trotz dieser geringen Querschnitte und grofsen Geschwindigkeit sind die Pressungsverluste in Kreuzthal gleich Null.

Die Fragen, welche nach obigen Zahlen bei Anlage von gusseisernen Apparaten unerwogen blieben, sind:

1. Ist allein die Heizfläche für gute Wirkung mafsgebend oder
2. sind auch Geschwindigkeit, Reibung u. s. w. des Windes an den Wandungen zu berücksichtigen.

Zugleich müssen die Wandstärke der Rohre und die Dicke der zu erwärmenden Luftschicht von Einfluss sein.

Es wäre sehr zweckmäfsig, wenn auch von anderen Werken, welche gusseiserne Apparate haben, die einschlagenden Verhältnisse mitgetheilt würden, um daraus mit Sicherheit die für die Praxis wichtigen Schlüsse ziehen zu können.

F. L.

Physik.

Für **die Volumveränderung der Metalle beim Schmelzen** hat man bisher als allgemeine Regel angenommen, dass die Flüssigkeiten, wenn sie in den festen Aggregatzustand übergehen, sich zusammenziehen und mithin die festen Stoffe bei der Temperatur des Schmelzpunktes ein höheres specifisches Gewicht haben müssen, als die durch Schmelzen aus ihnen entstandene Flüssigkeit. Als bemerkenswerthe Ausnahme galt die Thatsache, dass das Eis leichter als das Wasser ist, zu welcher sich noch die auch in unserer Zeitschrift oft besprochene Beobachtung des Schwimmens des festen Gusseisens auf dem geschmolzenen hinzugesellt. Genaue Untersuchungen von F. Nies und A. Winkelmann haben nun Resultate geliefert, welche dahin führen, »als Regel über das Verhalten der Metalle im Momente des Ueberganges aus dem flüssigen in den festen Aggregatzustand den Satz aufzustellen: Die Metalle dehnen sich im Momente des Erstarrens aus, so dass das feste Metall weniger dicht ist, als das flüssige bei gleicher Temperatur«.

Das erste Metall, welches der Untersuchung unterworfen wurde, war das Zinn. Es wurde vorsichtig andauernd durch seine ganze Masse auf seinem Schmelzpunkte (226,5°) erhalten, und es ergab sich, dass das feste Metall auf dem flüssigen schwamm, und zwar nicht blos beim vorsichtigen Auflegen, sondern auch nach dem Untertauchen stieg das feste Zinn rasch an die Oberfläche und ragte über diese hervor. Das Verhältnis zwischen den specifischen Gewichten im festen und flüssigen Zustande konnte dadurch festgestellt werden, dass ermittelt wurde, wie viel von schwererem Kupfer an einem Stück Zinn befestigt werden musste, damit der combinirte Körper weder Auftrieb zeigte noch untersank; es ergab sich das Verhältnis von 1 : 1,007, d. h. beim Erstarren erfährt das Zinn eine Volumzunahme von 0,7 pCt. Diese Differenz ist fast ebenso grofs wie diejenige, welche zwischen den Dichten des festen Zinns bei 0° und 100° besteht.

Das Blei lieferte kein so entschiedenes Resultat, und ebenso Cadmium; Zink dagegen verhielt sich wie das Zinn,

doch zeigte sich hier nur eine Ausdehnung von 0,2 pCt. Beim **Wismut** ist der Fundamentalversuch des Schwimmens des festen auf dem flüssigen Metalle besonders leicht auszuführen, indem hier die Differenz der Dichten am gröfsten von den bisher untersuchten Fällen ist. Das flüssige Wismut ist um mehr als 3 pCt. dichter, als das feste.

Da auch Cadmium, Kupfer und Eisen ein übereinstimmendes Resultat lieferten, von den acht untersuchten Fällen also sechs beim Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand eine Ausdehnung zeigten, dürfte für die Metalle die oben angegebene Regel aufgestellt werden.

Referent hält es für beachtenswerth, dass gerade diejenigen Metalle, welche krystallinisch erstarren, die Ausdehnung am stärksten zeigen. (Sitzungsbericht der Münchener Akademie 1881. S. 63.) K. L.

Litteratur.

Werner Siemens. Gesammelte Abhandlungen und Vorträge. Mit in den Text gedruckten Holzschnitten, 6 Tafeln und dem Bildnisse des Verfassers. Berlin, Julius Springer, 1881. 582 S., gr. 8. Pr. 14 ℳ.

Ein Werk, wie das vorliegende, auch nur einigermafsen ausführlich zu besprechen, daran ist bei dem beschränkten Raume, welchen eine periodische Zeitschrift solchen Aufgaben nur widmen kann, selbstverständlich nicht zu denken. Aber auch bei weniger karg bemessenem Raume würde es schwierig sein, über die 44 Abhandlungen des verschiedensten Inhaltes, welche es enthält, einen Ueberblick zu geben; diese Schwierigkeit wird durch die Thatsache zur Unmöglichkeit, dass der grösste Theil dieser Arbeiten die Grundlage abgegeben hat für den Zweig der Technik, welcher, obwohl nicht viel älter als vierzig Jahre, doch eine Bedeutung für unser Leben gewonnen hat, welche fast ohne Gleichen dasteht. Gerade darin liegt das grofse Interesse dieser Arbeiten, dass die meisten derselben nur Mittel waren zu der Verwirklichung des Hauptwerkes der genialen Brüder Werner und Wilhelm Siemens, zu der Gründung und Leitung dreier der gröfsten Etablissements in Europa, die nur dadurch ihre Bedeutung gewinnen konnten, dass ihre Vorstände zugleich ihre Ingenieure waren. So wird die Entwickelung der Telegraphie und Elektrotechnik immer verknüpft sein mit dem Namen Siemens, und die literarischen Arbeiten, auf denen zum Theil diese Entwickelung derselben beruht, bilden eben den Inhalt unseres Buches. Es enthält somit die wissenschaftliche Lebensgeschichte eines Mannes, der, um die Worte zu brauchen, mit denen ihn Du Bois-Reymond bei seinem Eintritt in die Akademie der Wissenschaften begrüfste, auf ungewöhnlichem Wege, weil infolge ungewöhnlicher Befähigung, sich emporschwang, dessen Blick deshalb frischer, dessen Auffassung unbeirrter, dessen Urteil freier blieb, als wenn er gleich Anderen von den Lehrmeinungen der Schule gegängelt worden wäre. Sein in Deutschland zu den Seltenheiten gehörender Lebenslauf war deshalb wohl geeignet, wie derselbe Redner sagte, das böhmische Vorurteil zu zerstreuen, das uns Deutsche zu einem Volk von Träumern machte.

Die Abhandlungen sind, wie es der angedeutete Zweck mit sich brachte, chronologisch geordnet, mit einer Ausnahme freilich, deren Grund nicht deutlich wird. Wir werden hier besser diejenigen zusammenfassen, welche dem Inhalte nach zusammengehören.

Nimmt man des Verfassers beide ersten Arbeiten aus dem Jahre 1845 über die Heifsluftmaschine und den Differentialregulator aus, Arbeiten, welche wohl weniger Anlass zu technischer Verwendung, als zu tiefgreifender Anregung gegeben haben, ferner die Berichte über die Arbeiten, welche für die Anlage der ersten Rohrpostleitung in Berlin 1865 ausgeführt wurden, sowie endlich die Betrachtungen über die Ursachen der vulkanischen Thätigkeit unserer Erde, welche, von einer gelegentlichen Beobachtung der Ausbrüche des Vesuvs vom Jahre 1878 ausgehend, zu der Annahme eines zähflüssigen Erdinnern gelangten, so sind die übrigen den Anwendungen der Elektricität und deren Theorie gewidmet.

Die erste Gruppe dieser Abhandlungen behandelt die Telegraphie, vor allem die Telegraphenleitungen. Mit gröfstem Interesse liest man den Bericht über die ersten Versuche, welche angestellt wurden, um Telegraphenkabel mit der seit 1846 in den Handel gebrachten Guttapercha zu isoliren. Obwohl dieselben misslangen, so ruhte Siemens nicht, bis die Schwierigkeiten überwunden waren und unterirdische Kabel in entsprechender Weise isolirt werden konnten. Dieselbe Art der Isolirung bewies sich dann auch für die submarinen Kabel als vollständig ausreichend. Damit waren freilich noch nicht alle Schwierigkeiten gelöst, die beim Betriebe solcher Kabel auftreten. Zunächst verhalten sich dieselben als Condensatoren von gewaltiger Ausdehnung und die auf den Belegungen derselben sich ansammelnden Elektricitätsmengen wirken nicht selten höchst störend; auch hierüber waren Experimente anzustellen, deren Resultate denn auch zu einigen Seitenblicken auf die Frage, ob die elektrostatische Induction dem Gesetze der Molecularanziehung oder dem der Anziehung in Distanz folge, Gelegenheit gaben, eine Frage, welche in der letzten der mitgetheilten Abhandlungen aus 1881 auch auf die magnetische Fernwirkung ausgedehnt wurde. Eine endgültige Entscheidung hierüber herbeizuführen, gelang freilich nicht, wohl aber musste eine neue Ansicht über die Anordnung der magnetischen Molecüle angenommen werden. Eine Hauptschwierigkeit für die Anwendung der unterirdischen und unterseeischen Kabel lag sodann in der Nothwendigkeit, sie auf ihre Isolationsfähigkeit zu prüfen und die Stelle eines etwa vorhandenen Fehlers ausfindig zu machen, während das Kabel an seinem Orte liegen bleibt. Hierfür wurden von Siemens bereits 1850 Methoden angegeben, von denen die jetzt gebräuchlichen nur unbedeutende Abweichungen sind. Die hierbei nöthigen Widerstandsmessungen führten weiter auf die Aufstellung der nach Siemens genannten Widerstandseinheit, die nach siegreich durchgefochtenen Kämpfen gegen Matthiesen und Jenkin allgemein eingeführt worden ist; auch Messungen der Geschwindigkeit der Elektricität in Leitern nahmen von diesen Arbeiten ihren Ausgang. Den Schluss dieser Untersuchungen bildeten diejenigen über das Selenphotometer, welches Siemens unter Benutzung der bereits bekannten Eigenschaft des Selens construirte, bei Belichtung dem elektrischen Strom einen geringeren Widerstand entgegenzusetzen, als im Dunkeln. Dass unter diesen mannigfachen von der Telegraphie ihren Ausgang nehmenden Untersuchungen sich auch solche über die Telegraphenapparate, Elemente, Galvanometer, Telephone, zum Theil unter Angabe neuer oder verbesserter Apparate, befinden, braucht wohl nicht besonders bemerkt zu werden.

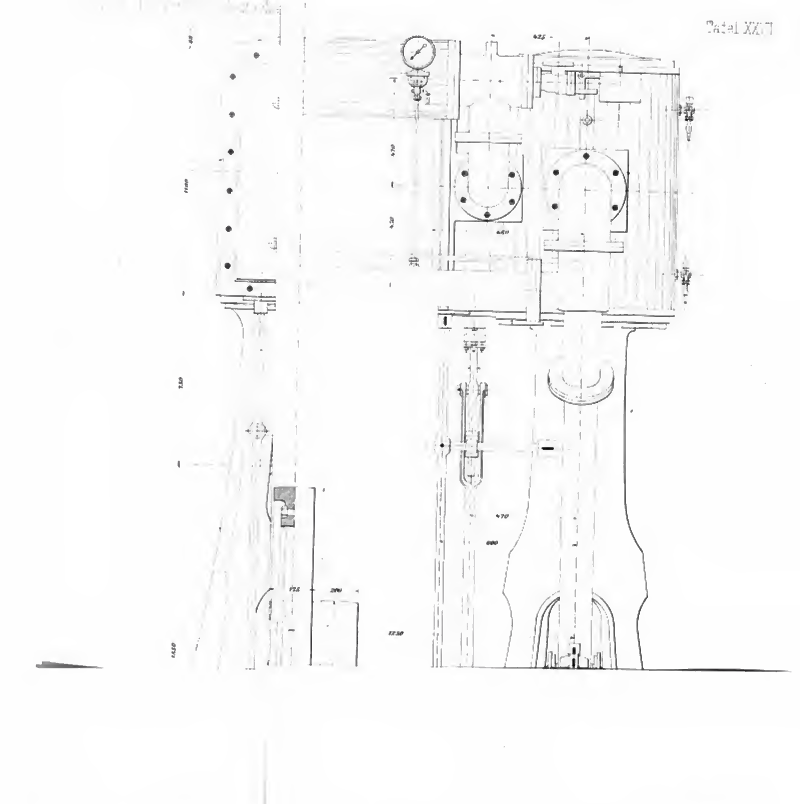
Eine weitere Reihe der wichtigsten Untersuchungen nahm ihren Anfang mit der zweiten Abhandlung des Jahres 1857, welche über magnet-elektrische Maschinen handelt. Wenn auch diese nur wichtige Verbesserungen eines bereits vorhandenen Apparates enthält, so war sie doch der Ausgangspunkt für Arbeiten, die 1867 zur Aufstellung des dynamoelektrischen Principes führten. Mittelst desselben war die Möglichkeit der Uebertragung von Kraft auf elektrischem Wege auf weite Entfernungen gegeben, also die der Construction von elektrischen Eisenbahnen, Aufzügen u. s. w. Aber auch das elektrische Licht verdankte erst diesem Principe seine technische Verwendbarkeit. Wie wichtig diese Erfindung war, beweist das gerechte Aufsehen, welches sie überall hervorgerufen hat. Zum Schlusse soll noch einiger Reden gedacht werden, die Ueberblicke über weitere Gebiete geben und welche dadurch noch besonderes Interesse erregen, dass es dem Redner möglich war, über eigene Thaten zu berichten.

So kann man denn der Verlagsbuchhandlung nur dankbar sein für die Herausgabe dieser hochwichtigen Sammlung in durchaus würdiger Form, geziert mit dem vortrefflichen Bildnisse des Urhebers der Abhandlungen, die sie umfasst. Freilich steht hiermit eine Unzahl von Druckfehlern, die leicht hätten vermieden werden können, nicht ganz im Einklange. G.

Berich[illegible]

Im Juniheft 1882, Seite 3[illegible] [illegible]em [illegible]en es heifsen **2030** kg statt 20,30 kg.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 45/46.



ZEITSCHRIFT

DES

VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1882. Band XXVI. Heft 8. Augustheft.

Dampf- bezw. Wasserverbrauchs-Versuche mit einer verticalen Compound-Dampfmaschine,

geliefert von der Maschinenbau-Anstalt und Eisengießerei A. Borsig in Berlin-Moabit.

Mitgetheilt von **K. Morgenstern.**

(Hierzu Tafel XXVII.)

Die untersuchte, in der Notendruckerei von C. G. Röder zu Reudnitz-Leipzig aufgestellte Maschine, siehe Tafel XXVII, ist eine verticale Compound-Dampfmaschine mit vom Regulator beherrschter Präcisionssteuerung für den kleinen Cylinder und mit flachem Vertheilungsschieber für beide Cylinder, mit Dampfmänteln für diese wie für den Receiver, mit oben angeordneten Dampfcylindern und unter diesen gelagerter Kurbelwelle.

Die Maschine arbeitet mit Condensation und ist derartig eingerichtet, dass für den Fall einer einseitigen Schadhaftwerdung derselben jeder Cylinder für sich mit directem Dampf und mit eigenem Condensationsapparat arbeiten kann; die Aus- und Einschaltung des einen oder anderen Cylinders bedingt dabei nur eine etwa halbstündige Betriebsunterbrechung.

Es ist:

der Durchmesser des kleinen Cylinders $D_k = 310^{mm}$,
» » » grofsen » $D_g = 500$ »
der Kolbenhub $H = 620$ » .

Contractlich war festgestellt worden, dass die Maschine bei einem Arbeitsvermögen innerhalb der Grenzwerthe von 50 bis 75 Pferdestärken und bei normaler Belastung höchstens 9^{kg} Dampf pro indicirte Pferdestärke und Stunde consumiren dürfte, wobei als normale Leistung eine solche von 50 Pferden gelten sollte.

Die Uebernahme der Maschine durch die Auftraggeber hatte zu erfolgen, wenn aufser einer Anzahl anderer contractlicher Vorschriften auch die Bedingung erfüllt war, dass durch Indicirung der Maschine, verbunden mit Bremsversuchen, nachgewiesen wurde, dass der Dampfverbrauch das in dem Contract aufgeführte Maximum nicht überschreitet.

Die erforderlichen Versuche wurden nach Montage der Maschine von mir und einem Vertreter Borsig's vorgenommen und führten zur anstandslosen Uebernahme derselben.

Da in dem Contracte seitens der Lieferantin eine sechsmonatliche Garantiezeit zugesagt wurde und derselbe überdies die Bedingung enthielt, dass nach Ablauf der Garantiezeit anderweite Wasser- bezw. Dampfverbrauchsversuche anzustellen seien, bei denen sich gleichfalls ein Dampfconsum von höchstens 9^{kg} pro indicirte Pferdestärke und Stunde ergeben musste, wurden sechs Monate nach der Uebernahme der Maschine von dem Unterzeichneten in Gemeinschaft mit Hrn. Ingenieur Mandl von der Borsig'schen Maschinenfabrik anderweite Dampfverbrauchsversuche angestellt, deren Ergebnisse in nachfolgendem enthalten sind.

Nachdem durch Vorversuche die, soweit möglich, gleichmäfsige Füllung auf den beiden Seiten des grofsen wie des kleinen Cylinders nachgewiesen war, wurde zu den Wasser- bezw. Dampfverbrauchsversuchen selbst geschritten, und es begannen dieselben am Nachmittage um 1 Uhr 30 Minuten.

Die Dampfspannung in dem zur Maschine gehörigen Betriebskessel, der mit 7^{atm} Ueberdruck concessionirt ist, betrug nach Ausweis des Betriebsmanometers, dessen Richtigkeit vorher durch Vergleich mit einem Controlmanometer constatirt worden war, $6{,}6^{atm}$ Ueberdruck.

Der Wasserstand in dem Betriebskessel wurde festgestellt und markirt.

Die Speisung des Kessels erfolgte aus einem mit senkrechten Wänden versehenen, grofsen, eisernen Behälter mit durchgängig gleichem lichtem Querschnitt, in welchem durch eine feste Latte der Wasserstand bei Beginn der Versuche fixirt wurde.

Die zur Abnahme der Diagramme benutzten Schäffer-Budenberg'schen Indicatoren No. 829 und 2031 waren vorher auf ihren richtigen Gang sorgfältigst geprüft worden, und es wurden nach je 20 Minuten a tempo Diagramme genommen, wobei an dem kleinen Cylinder Instrument No. 2031 mit Feder No. 10 ($1^{atm} = 6^{mm}$) arbeitete, während an dem grofsen Cylinder Instrument No. 829 mit Feder No. 3 ($1^{atm} = 20^{mm}$) thätig war.

In dieser Zusammenstellung wurden die Diagramme No. 1 bis mit No. 7 genommen und bis Nachmittags 4 Uhr gearbeitet, um welche Zeit die Maschine wegen der Vesperpause anzuhalten war.

Ein Viertel nach 4 Uhr wurde die Maschine wieder in Betrieb gesetzt und bis Abends 7 Uhr gearbeitet, während welcher Zeit die Diagramme No. 8 bis mit 15 genommen worden sind.

Von einer Bremsung der Maschine, die während der gesammten Versuchszeit sich selbst überlassen blieb, musste aus Betriebsgründen abgesehen werden, und es wurde daher die Maschine nur durch die betriebenen Transmissionen und Arbeitsmaschinen in Anspruch genommen, mit welcher Belastung man sich den gegebenen Verhältnissen nach begnügen musste.

Die Dampfspannung wurde während der Versuchszeit auf gleichmäſsiger Höhe erhalten, so dass bei Beendigung der Versuche die Dampfspannung wieder 6,6 atm Ueberdruck betrug, während dem Kessel das Speisewasser in kleinen Pausen und Quantitäten zugeführt wurde, so dass am Schlusse der Versuchszeit der Wasserstand im Kessel wieder derselbe war, wie bei Beginn der Versuche.

Der Wasserspiegel im Speisewasserbehälter war während der Versuchszeit derartig gesunken, dass sich für letztere unter Berücksichtigung der Temperatur des Speisewassers ein Gesammtwasserverbrauch von

$$1783{,}6^{\mathrm{kg}}$$

ergab.

Das aus den Dampfcylindern, Schieberkästen und Dampfmänteln der Cylinder wie des Receivers abgeführte und nach Beendigung der Versuche aus den Dampfzuleitungsröhren abgeleitete Condensationswasser wurde aufgefangen und betrug

$$242^{\mathrm{kg}}.$$

Die 15 Diagramme ergeben nach ihrer Berechnung folgende mittlere Drücke:

Nummer des Diagrammes	Mittl. Druck in Atmosphären	
	kleiner Cylinder	groſser Cylinder
1	1,545	0,470
2	1,150	0,447
3	0,535	0,429
4	1,271	0,373
5	1,307	0,366
6	1,207	0,386
7	1,315	0,357
8	1,209	0,483
9	1,545	0,391
10	0,904	0,506
11	1,089	0,494
12	1,134	0,340
13	1,197	0,341
14	0,649	0,401
15	1,018	0,389

Hieraus ergiebt sich der mittlere Druck

a) für den kleinen Cylinder:

$$p_m = \frac{16{,}975}{15} = 1{,}1316^{\mathrm{atm}},$$

b) für den groſsen Cylinder:

$$p_{1m} = \frac{6{,}173}{15} = 0{,}4116^{\mathrm{atm}}.$$

Unter Berücksichtigung der eingangs erwähnten Cylinderdimensionen und unter Beachtung der 50 mm betragenden Kolbenstangenstärke berechnet sich die Arbeitsfläche des kleinen Kolbens

auf der oberen Seite mit $f_o = 754{,}765^{\mathrm{qcm}}$ und

» » unteren » » $f_u = 735{,}133$ » ;

demnach ist die mittlere in Rechnung zu ziehende Kolbenfläche $f_m = 744{,}95^{\mathrm{qcm}}$.

Bei dem groſsen Kolben beträgt die Arbeitsfläche

auf der oberen Seite $F_o = 1963{,}500^{\mathrm{qcm}}$,

» » unteren » $F_u = 1943{,}865^{\mathrm{qcm}}$,

danach ist die mittlere in Rechnung zu ziehende Kolbenfläche $F_m = 1953{,}68^{\mathrm{qcm}}$.

Da sich nach öfterer Zählung die minutliche Tourenzahl der Maschine mit 95 ergab und daraus eine Kolbengeschwindigkeit v von

$$v = \frac{2 \cdot 95 \cdot 0{,}62}{60} = 1{,}963^{\mathrm{m}}$$

resultirt, berechnet sich die Arbeitsleistung des kleinen Cylinders L_k mit

$$L_k = \frac{744{,}95 \cdot 1{,}1316 \cdot 1{,}963}{75} \text{ indic. Pferdestärken}$$

und die des groſsen Cylinders L_g mit

$$L_g = \frac{1953{,}68 \cdot 0{,}4116 \cdot 1{,}963}{75} \text{ indic. Pferdestärken,}$$

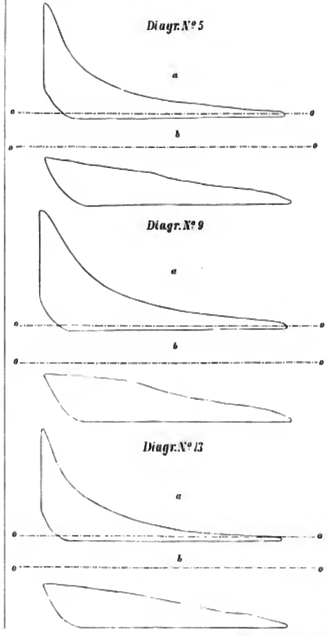
die Gesammtleistung L beider Cylinder aber mit

$$L = \frac{1{,}963}{75}(744{,}95 \cdot 1{,}1316 + 1953{,}68 \cdot 0{,}4116)$$

$$L = 43{,}11 \text{ indic. Pferdestärken.}$$

Da nun im ganzen $5^1/_4$ Stunden gearbeitet wurde und der Gesammtwasserverbrauch $1783{,}6^{\mathrm{kg}}$ betrug, so wurde pro Stunde und indicirte Pferdestärke an Wasser bezw. Dampf das Quantum Q verbraucht, wobei

$$Q = \frac{1783{,}6}{43{,}11 \cdot 5^1/_4} = 7{,}88^{\mathrm{kg}}.$$



Rechnet man indes, wozu man im vorliegenden Falle Berechtigung hat, von den $1783{,}6^{kg}$ verbrauchten Wassers die Hälfte des aufgefangenen Condensationswassers, also 121^{kg}, als nicht von der Maschine in Form von Dampf verbraucht, ab, so stellt sich das Versuchsergebnis noch günstiger dar, und man erhält an Wasser- bezw. Dampfverbrauch pro Stunde und indicirte Pferdestärke das Quantum Q_1 wobei

$$Q_1 = \frac{1783{,}6 - 121}{43{,}11 \cdot 5^1/_4} = \mathbf{7{,}34^{kg}}.$$

Die Dampfmaschine zeigt sonach eine ökonomische Leistung, die unter Berücksichtigung der Gröfse der Maschine sowohl an sich, wie der contractlichen Bedingung gegenüber als ganz befriedigend zu bezeichnen ist.

In vorstehenden Figuren sind probeweise die Diagramme 5, 9 und 13 verzeichnet, wobei *a* das des kleinen, und *b* das gleichzeitig genommene Diagramm des grofsen Cylinders darstellt.

Für erstere ist eine Atmosphäre $= 6^{mm}$, für letztere dagegen $= 20^{mm}$.

K. Morgenstern,
königl. Fabrikeninspector.

Hydraulischer Mechanismus der Niederbaum-Drehbrücke in Hamburg.

Nach dem Entwurfe von Wilh. Vollhering ausgeführt; bearbeitet von **H. Käferstein,** Ingenieur und Constructeur der Drehmechanik.

(Hierzu Tafeln XIX, XX, XXIII, XXIV, XXV und XXVI.)

(Schluss von Seite 378.)

Auszug aus der Berechnung für die Hauptdimensionen, Uebersetzungsverhältnisse, Kräfte, Geschwindigkeit und Zeitaufwand der wichtigsten Bestandtheile des Drehmechanismus.

Drehzapfenbelastung.

Das Totalgewicht der Drehbrücke setzt sich aus den Reactionen der Auflagerdrücke der eingeschwenkten und unbelasteten Brücke auf dem Drehpfeiler und den beiden Endpfeilern zusammen. Nach Angabe in den Bedingungen beträgt dasselbe für

den Drehpfeiler . . . . 187^t
die beiden Endpfeiler $2 \times 56 = 112^t$
zus. $299^t = 299\,000^{kg}$.

Auf den Drehzapfen kommt hiervon der Rest nach Abzug der Belastungen der 2 Stütz- und 2 seitlichen Laufräder, welche pro Rad 7000^{kg} betragen soll. Bedenkt man jedoch, dass eins dieser Laufräder durch den auf die Seitenfront der Brücke wirkenden Winddruck auch noch belastet wird, so ist dieser wie folgt mit in Rechnung zuziehen. Bei einem Winddrucke von 125^{kg} pro Quadratmeter beträgt der Gesammtwinddruck 7125^{kg}, welcher in dem $2{,}6^m$ über dem Drehzapfen liegenden Schwerpunkte angreifend anzunehmen ist.

Bei dem Schienenkranzradius von $3{,}2^m$ erhält man den auf ein Laufrad sich übertragenden Winddruck

$$P = \frac{7125 \cdot 260}{320} = 5790 \text{ oder rot. } 5800^{kg},$$

so dass also diese seitlichen Laufräder, um die Lagerfedern derselben nicht zu überlasten, von vornherein nur mit $7000 - 5800 = 1200^{kg}$ belastet werden dürfen.

Für die Drehzapfenbelastung muss also von dem totalen Brückengewicht abzüglich in Rechnung gestellt werden:

für 2 Stützräder à $7000 = 14\,000^{kg}$
» 2 Laufräder à $1200 = 2400^{kg}$
zus. $16\,400^{kg}$.

Die Drehzapfenbelastung Q_1 beträgt demnach:

$$Q_1 = 299\,000 - 16\,400 = 282\,600^{kg}.$$

Beim Zapfendurchmesser von 23^{cm} Durchm. $= 415^{qcm}$
abzüglich der Durchbohrung von 3^{cm} » $= 7^{qcm}$
bleiben 408^{qcm} Fl.-Inh.

und ergiebt sich daraus der specifische Druck $q_1 = \frac{282\,600}{408}$ $= 693^{kg}$ pro Quadratcentimeter, und nach Abzug von 4 Schmiernuten von zusammen 23^{qcm}:

$$q_2 = \frac{282\,600}{(408 - 23)} = 734^{kg} \text{ pro Quadratcentimeter.}$$

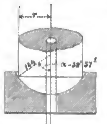
I. Ausschwenken der Drehbrücke.

Die Widerstände beim Ausschwenken stellen sich zusammen aus:

1. Reibungsmoment M_1 des Drehzapfens,
2. » » M_2 zweier Stützräder und eines mit Winddruck belasteten Laufrades, jedes mit $Q_2 = 7000^{kg}$,
3. Reibungsmoment M_3 eines nicht mit Winddruck belasteten Laufrades zu $Q_3 = 1200^{kg}$.
4. Reibungswiderstände in den Uebersetzungen der Vorgelege.

1. Das Reibungsmoment M_1 des Drehzapfens berechnet sich für eingelaufene Zapfen nach folgenden Formeln; nämlich

Fig. 4



für den vollen undurchbohrten Kugelzapfen aus

$$\mathfrak{M}' = \mu\, Q' r \frac{\sin \alpha^2}{\alpha + \sin \alpha \cdot \cos \alpha}$$

und für den vollen ebenen Zapfen aus:

$$\mathfrak{M}'' = {}^1/_2\, \mu\, Q'' \varrho,$$

so dass also für den durchbohrten Zapfen das Moment

$$M_1 = \mathfrak{M}' - \mathfrak{M}''$$

sich ergiebt. Hierbei ist für den vollen Kugelzapfen von 23^{cm} Durchm. $= 415^{qcm}$ Inhalt

$$Q' = 415\, q_1 = 415 \cdot 693 = \text{rot. } 287\,600^{kg}$$

und für den vollen ebenen Zapfen von 3^{cm} Durchm. $= 7^{qcm}$ Inhalt

$$Q'' = 7\, q_1 = 7 \cdot 693 = \text{rot. } 4850^{kg}$$

$$\mu = 0{,}13, \quad r = 11{,}5^{cm}, \quad \varrho = 1{,}5^{cm} \text{ und } \alpha = 52^0\, 57'$$

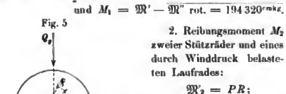
zu setzen, so dass sich ergiebt:

$$\mathfrak{M}' = 0{,}13 \cdot 287\,600 \cdot 11{,}5 \cdot \frac{0{,}798 \cdot 0{,}798}{0{,}924 + 0{,}798 \cdot 0{,}6025} = 194\,790^{cmkg}$$

$$\mathfrak{M}'' = 0{,}13 \cdot 4850 \cdot \frac{1{,}5}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad = \quad 470 \;»$$

$$\text{und } M_1 = \mathfrak{M}' - \mathfrak{M}'' \text{ rot.} = 194\,320^{cmkg}.$$

Fig. 5



2. Reibungsmoment M_2 zweier Stützräder und eines durch Winddruck belasteten Laufrades:

$$\mathfrak{M}_2 = PR;$$

Schienenkranzradius

$$R = 320^{cm};$$

$$P = \frac{\mu \varrho + f}{r} Q_2 + \frac{f G}{r},$$

worin $\mu = 0{,}16$; $f = 0{,}05$; $\varrho = 4{,}0^{cm}$; $r = 47^{cm}$;

$Q_2 = 7000^{kg}$ und $G = 400^{kg}$, Radgewicht mit Achse und Lagern, zu setzen ist, daher

$$\mathfrak{M}'_2 = 320\left(\frac{0{,}16 \cdot 4 + 0{,}05}{47} \cdot 7000 + \frac{0{,}05 \cdot 400}{47}\right) = 33\,024^{cmkg} \text{ für 1 Rad}$$

und somit für 3 Räder

$$M_2 = 3 \cdot 33\,024 = \text{rot. } 99\,070^{cmkg}.$$

3. Reibungsmoment M_3 eines Laufrades ohne Winddruckbelastung:

$$M_3 = 320\left(\frac{0{,}16 \cdot 4 + 0{,}05}{47} \cdot 1200 + \frac{0{,}05 \cdot 400}{47}\right) = 5760^{cmkg}$$

und demnach:

$$M_1 + M_2 + M_3 = 194\,300 + 99\,070 + 5760 = 299\,130^{cmkg}.$$

4. Reibungswiderstände in den Uebersetzungen der Rädervorgelege.

Zur Ueberwindung derselben sollen 10 pCt. der zur Bewältigung sämmtlicher Reibungsmomente $M_1 + M_2 + M_3$ erforderlichen Kraft in Anrechnung gebracht werden.

A. Maschinenbetrieb.

Den Zeichnungen nach besteht das Vorgelege für Maschinenbetrieb

aus dem Stirnrade n_2 vom Radius $R_1 = \frac{363{,}0}{2}$ cm

» » Getriebe m_2 » » $r_1 = \frac{35{,}8}{2}$ »

» » Vorgelegerade m_1 » » $R_2 = \frac{124{,}2}{2}$ »

» » Getriebe l_2 » » $r_2 = \frac{41{,}4}{2}$ »

» » Vorgelegerade l_1 » » $R_3 = \frac{136{,}0}{2}$ »

» » Getriebe i_2 » » $r_3 = \frac{27{,}2}{2}$ »

» » Vorgelegerade g_1 » » $R_4 = \frac{110{,}8}{2}$ »

» » Getriebe a_1 » » $r_4 = \frac{66{,}8}{2}$ »

Die Tourenzahl der Kurbelwelle a der Wassermotoren ermittelt sich danach für eine halbe Brückenschwenkung um 180^0 zu

$$n = \frac{1}{2} \cdot \frac{R_1\,R_2\,R_3\,R_4}{r_1\,r_2\,r_3\,r_4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{363 \cdot 124{,}2 \cdot 136 \cdot 110{,}8}{35{,}8 \cdot 41{,}4 \cdot 27{,}2 \cdot 66{,}8}$$

n = rot. 126 Umgänge der Wassermotoren.

Da die Kurbelwelle der Wassermotoren pro Minute 90 Touren macht, so ergiebt sich die Zeit t für das Ausschwenken

$$t = \frac{n}{90} = \frac{126}{90} = \text{rot. } 1{,}4 \text{ Minuten für Maschinenbetrieb.}$$

Bei der Länge der Drehbrücke von $L = 37^m$ ergiebt sich hiernach die Umfangsgeschwindigkeit v pro Secunde:

$$v = \frac{\pi L}{2t \cdot 60} = \frac{116}{2 \cdot 1{,}4 \cdot 60} = 0{,}7^m \text{ bei Maschinenbetrieb,}$$

was den Bedingungen entspricht.

Die mittlere zur Ausübung dieser Leistung erforderliche Maschinenkraft der Wassermotoren berechnet sich danach mit Berücksichtigung der Widerstände in den Vorgelegen aus:

$$\frac{10}{9} M = 71\,620 \frac{N}{n},$$

worin $n = \frac{0{,}5}{1{,}4}$ zu setzen ist und ergiebt für

$$N = \frac{10}{9} \cdot \frac{M \cdot n}{71\,620} = \frac{10 \cdot 299\,130 \cdot 0{,}5}{9 \cdot 71\,620 \cdot 1{,}4} = 1{,}66 \text{ Pfdkr.}$$

Inbezug auf das Angehen der Drehbrücke aus der Ruhe in Bewegung muss jedoch die Stärke der Maschine gröfser gewählt werden. Da die Wassermotoren, wie dies später die Rechnung noch zeigt, für die Bewältigung der Kniehebel so wie so stärker sein müssen und dieselben zusammen eine Leistung von 4 Pferdekräften besitzen, so ist obige Rechnung hinreichend, um daraus zu ersehen, dass die Motoren das Ausdrehen der Brücke mit Leichtigkeit bewirken.

B. Handbetrieb.

Bezeichnet P die Kraft am Dreh- oder Tummelbaum,

$l = 150^{cm}$ die Länge des Drehbaumarmes,

$R_1 = \frac{558{,}6}{2}$ cm den Radius des Zahnkranzes π,

$r_1 = \frac{31{,}0}{2}$ » » » » Zahnkranzgetriebes r_1,

$R_2 = \frac{103{,}1}{2}$ » » » » Vorgelegerades r_2,

$r_2 = \frac{43{,}0}{2}$ » » » » Vorgelegegetriebes ϱ_1,

so ergiebt sich mit Berücksichtigung von 10 pCt. Reibungswiderständen der Vorgelege:

$$P = \frac{10}{9} \cdot \frac{(M_1 + M_2 + M_3)\,r_2\,r_1}{l\,R_2\,R_1}$$

$$P = \frac{10}{9} \cdot \frac{299\,130 \cdot 43{,}0 \cdot 31{,}0}{150 \cdot 103{,}1 \cdot 558{,}6} = \text{rot. } 51^{kg}.$$

Erfahrungsgemäfs kann ein Mensch am Göpel eine Leistung von $12{,}75^{kg}$ bei einer Secundengeschwindigkeit $c = 0{,}6^m$ verrichten. Es sind demnach zum Ausschwenken der Brücke $\frac{51}{12{,}75} = 4$ Männer erforderlich.

Der Weg, den diese 4 Männer hierbei am Drehbaume zurücklegen müssen, berechnet sich wie folgt:

$$\mathfrak{W} = \frac{2\pi \cdot R_1\,R_2\,l}{2\,r_1\,r_2} = \frac{3{,}1416 \cdot 558{,}6 \cdot 103{,}1 \cdot 150}{31{,}0 \cdot 43{,}0}$$

$$\mathfrak{W} = 20\,360^{cm} = 203{,}6^m.$$

Dieser Weg $\mathfrak{W}$ lässt sich ausdrücken, wenn man mit t die Zeit in Minuten bezeichnet:

$$\mathfrak{W} = c\,t,$$

so dass sich hieraus die Zeit für das Ausschwenken ergiebt zu:

$$t = \frac{\mathfrak{W}}{c \cdot 60} = \frac{203{,}6}{0{,}6 \cdot 60} = \text{rot. } 5{,}6 \text{ Minuten für Handbetrieb.}$$

Die Umfangsgeschwindigkeit der Brücke erhält man dann aus:

$$g = \frac{\pi L}{2t \cdot 60} = 0{,}17^m \text{ für Handbetrieb.}$$

II. Das Heben und Senken der Brückenenden durch die Kniehebelmechanismen.

Nach der tabellarischen Zusammenstellung der graphischen Ermittelung der Kräfte des Kniehebelmechanismus ist die abwechselnd auf Zug und Druck wirkende Kraft, welche auf die Zug- und Schubstangen u_2 und u_3 wirkt, für einen Kniehebel jedes Hauptträgerendes im Maximum Z bezw. $D = 1750^{kg}$, wofür rot. Z bezw. $D = 2000^{kg}$ angenommen werden soll. Für alle 4 Kniehebel also:

$$W = 4\,Z \text{ bezw. } 4\,D = 8000^{kg}.$$

Man hat also für die angewandte Schraubenübersetzung einer 2gängigen Schraube zur Ermittelung der am Umfange des Rades u_1 auftretenden Kraft Q:

$$Q\,R = r\,W \frac{h + 2r\pi\mu}{2r\pi - \mu h},$$

worin zu setzen ist: $R = 25{,}5^{cm}$ für das Rad u_1; $r = 2{,}6^{cm}$ als mittleren Schraubengangradius; $h = 3{,}0^{cm}$ Steigung des 2gängigen Schraubengewindes; $\mu = 0{,}16$, und es ergiebt sich:

$$Q = \frac{2{,}6 \cdot 8000}{25{,}5}\left(\frac{3{,}0 + 5{,}2 \cdot 3{,}1416 \cdot 0{,}16}{5{,}2 \cdot 3{,}1416 - 0{,}16 \cdot 3{,}0}\right) = 288^{kg},$$

wofür rot. $Q = 300^{kg}$ gesetzt werden mag.

Bei einem jedesmaligen Oeffnen der Brücke müssen, wie aus der graphischen Kniehebel-Darstellung entnommen ist, die Schraubenzugstangen hin und her zusammen einen Weg $w = 52{,}0^{cm}$ zurücklegen, so dass demzufolge die Schraubenwelle u hierfür

$$n = \frac{w}{h} = \frac{52}{3} = 17{,}33 \text{ Umgänge}$$

zu machen hat.

A. Maschinenbetrieb.

Die eigentliche Räderübersetzung für Maschinenbetrieb besteht den Zeichnungen nach nur

aus dem Stirnrade u_1 vom Radius $R_1 = \frac{50{,}9}{2}$ cm

» » Getriebe s_2 » » $r_1 = \frac{25{,}4}{2}$ »

» » Stirnrade g_1 » » $R_4 = \frac{110{,}8}{2}$ »

» » Getriebe a_1 » » $r_4 = \frac{66{,}8}{2}$ »,

weil die Zwischen- oder Jagdräder t_1 und t_2 nicht mit übersetzen und nur behufs einfachen Ausrückens eingelegt sind, wenn je nach Erfordernis Hand- oder Maschinenbetrieb nothwendig wird, und weil auch die übrigen Räderpaare s_1 und r_2, o_3 und p_1 bezw. o_2 und p'_1 und o_1 und k_2 nicht mehr übersetzen, da sie wie 1 : 1 sich verhalten.

Die Umdrehungszahl der Schraubenwelle u beträgt daher bei 90 Touren der Motorenwelle pro Minute:

$$u = \frac{90 \,.\, r_4 \,.\, r_1}{R_4 \,.\, R_1} = \frac{90 \,.\, 66{,}8 \,.\, 25{,}4}{110{,}8 \,.\, 50{,}0} = \text{rot. 27 Touren pro Minute.}$$

Die Zeit, welche bei einem jedesmaligen Oeffnen der Drehbrücke für Heben und Senken der Brückenenden aufzuwenden ist, berechnet sich daher zu

$$t_1 = \frac{n}{u} = \frac{17{,}33}{27} = \text{rot. } 0{,}6 \text{ Minuten für Maschinenbetrieb.}$$

Die für den Kniehebelbetrieb erforderliche Leistung der Wassermotoren berechnet sich mit Berücksichtigung von 10 pCt. Reibungswiderstand in den Vorgelegen zu:

$$N = \frac{10}{9} \cdot \frac{Q\,R\,u}{71\,620} = \frac{10}{9} \cdot \frac{300 \,.\, 25{,}3 \,.\, 27}{71\,620} = 3{,}2 \text{ Pfdkr.}$$

Um aber auch für das Angehen der Maschinen und für unvorhergesehene Widerstände noch einen Ueberschuss an Kraft verfügbar zu haben, werden die beiden Wassermotoren in Gröfse zu 4 Pferdekräften effectiver Leistung verwendet.

B. Handbetrieb.

Bezeichnet wiederum

$l = 150^{cm}$ die Länge des Drehbaumarmes

$r = 25{,}3^{cm}$ den Radius des Stirnrades u_1,

so berechnet sich, da die Räder t_4 und v_2 wie 1 : 1 sich verhalten und nicht übersetzen, die Kraft P am Drehbaum mit Berücksichtigung von 10 pCt. Widerstand in den Vorgelegen zu

$$P = \frac{10}{9} \cdot \frac{Q\,r}{l} = \frac{10 \,.\, 300 \,.\, 25{,}3}{9 \,.\, 150} = \text{rot. } 56^{kg}$$

im Maximum, was also durch 4 Männer noch zu leisten ist, da man berücksichtigen muss, dass diese Maximalleistung nur in kurzen Zwischenstellungen zu bewältigen ist. Der Weg, den hierbei die 4 Männer zurücklegen müssen, ergiebt sich daher, weil, wie schon ermittelt wurde, $n = 17{,}33$ Umgänge für das gesammte Heben und Senken erforderlich sind, zu

$$w = 2\pi l n = c\, t_1 \,.\, 60,$$

so dass also der totale Zeitaufwand für volles Heben und Senken der Brückenenden beträgt:

$$t_1 = \frac{2\pi l n}{c \,.\, 60} = \frac{2 \,.\, 3{,}1416 \,.\, 1{,}5 \,.\, 17{,}33}{0{,}6 \,.\, 60} = \text{rot. } 4{,}5 \text{ Min. für Handbetrieb.}$$

Zu einem jedesmaligen Oeffnen und Schliefsen der Brücke berechnet sich die zum gesammten Ein- und Ausriegeln erforderliche Zeit auf rot. 0,6 Minuten. Ferner muss für Oeffnen und Schliefsen der Strafsenkappen, für Einstecken der Riegelkurbel, des Steuerhebels bezw. des Tummelbaumes auch noch rot. 0,4 Minute in Anrechnung gebracht werden, so dass die gesammte für Riegeln und Oeffnen der Strafsenkappen u. s. w. aufzuwendende Zeit beträgt:

$t_2 = 0{,}6 + 0{,}4 = $ rot. 1,0 Min. für Maschinen- oder Handbetrieb.

Zusammenfassung des gesammten Zeitaufwandes beim jedesmaligen Oeffnen und Schliefsen der Brücke; nämlich:

	Maschinenbetrieb	Handbetrieb
1. für Ausschwenken	$t = 1{,}4$ Min.	5,6 Min.
2. » Heben und Senken der Enden	$t_1 = 0{,}6$ »	4,6 »
3. » Riegeln und Oeffnen der Strafsenkappen u. s. w. . .	$t_2 = 1{,}0$ »	1,0 »
Sa. Zeitaufwand =	3,0 Min.	11,2 Min.

Ergebnisse über Erfüllung der Vertragsbedingungen und über den Schiffsverkehr.

Die nach den Vertragsbedingungen in dem achtwöchentlichen Zeitraume vom 2. Februar 1880 an vorgenommenen Versuche zur Ermittelung der Drehgeschwindigkeiten ergaben, dass zur einmaligen Drehung der Brücke um 180° vom Oeffnen der Strafsenkappen behufs Einsteckens der Hebel bis zum Schlusse dieser Kappen nach erfolgter Wiederfeststellung der Brücke mit Wasserkraft 3¹/₄, von 4 Männern 6, von 2 Männern 12¹/₄ Minuten gebraucht werden.

Dass diese Resultate für Handbetrieb günstiger ausgefallen sind, als obige Berechnung ergiebt, ist dadurch erklärlich, dass die für die Berechnung zu Grunde gelegten Werthe von Kraft und Geschwindigkeit der erfahrungsmäfsigen menschlichen Leistungen Mittelwerthe für eine auszuübende Tagesleistung, also für eine Leistung von so kurzer Dauer, wie das Oeffnen der Brücke erfordert, zu niedrig angenommen sind.

Für den Maschinenbetrieb stimmt das Ergebnis deswegen besser mit der Berechnung überein, weil hier die Geschwindigkeit der Motoren als mafsgebend auftritt. Die Wassermotoren besitzen nämlich die Eigenschaft, bei ein und derselben Tourenzahl annähernd dasselbe Wasserquantum zu verbrauchen, wenn auch die Leistung nicht voll ausgenutzt wird, und umgekehrt erhöht sich auch bei einem geringeren Widerstande, den dieselben bewältigen sollen, wie er beim Ausschwenken der Brücke auftritt, die Tourenzahl bei weitem nicht in demselben Mafse, wie es bei Dampfmaschinen der Fall ist.

Bezüglich des Schiffsverkehrs sei erwähnt, dass, während im Februar 1880 des anhaltenden Frostes wegen nur wenige Schiffe die Brücke passirt haben, im Monate März die Brücke für den Durchlass von 924 Fahrzeugen 370mal gedreht worden ist; seitdem ist mit Rücksicht auf den überaus lebhaften Strafsenverkehr der Brücke, über welche auch die Pferdebahn der Ringbahn hinweggeht, die Durchlasszeit auf 3¹/₂ Stunden am Tage und auf die Nachtzeit beschränkt, sowie für das jedesmalige Durchlassen eine Gebür von 50 Pf. festgesetzt worden, infolge dessen der Verkehr auf durchschnittlich etwa 400 Fahrzeuge pro Monat heruntergegangen ist.

Erwähnung der bei der Ausführung betheiligten Personen u. s. w.

Die Bauausführung des gesammten Brückenbauwerkes lag dem Hrn. Ingenieur Roeper als dem Chef der

betreffenden Bauabtheilung in Hamburg ob, welcher nach Directiven des Oberingenieurs der Hamburger Baudeputation des Hrn. F. Andreas Meyer und unter Assistenz des Bauconducteurs Hrn. G. A. Hagn, welcher die Specialbauaufsicht in Händen hatte, die einzelnen Bauten in Submission ausführen liefs.

Die generelle Disposition sowohl des bei der Submission eingelieferten Projectes der Drehmechanik als auch die der Ausführung derselben wurde von Hrn. Vollhering in den Grundzügen entworfen und von seiner damaligen Firma Wilh. Vollhering & Co. ausgeführt.[1])

Mit der Berechnung und Construction der für die von der Firma Wilh. Vollhering & Co. vorgeschlagene Drehmechanik erforderlichen Maschinentheile, deren Anordnung und Anpassen an die Brückenconstruction und Fundamente war der Unterzeichnete[2]) als Ingenieur der früheren Firma betraut. Derselbe hat die Anfertigung der Detailzeichnungen sämmtlicher Maschinentheile sowie die sorgfältige Ausführung der letzteren genau nach Mafsgabe dieser Zeichnungen überwacht und schliefslich die Montage der Mechanik, welche zum Theil in recht ungünstige Jahreszeit fiel, geleitet.

Die Montage der eigentlichen Eisenconstruction der Brücken wurde vom Ingenieur der Firma Hrn. Stoermann bewirkt.

Es möge zum Schlusse noch erwähnt werden, dass der Drehpfeiler bei Hochwasserständen über 7,5m am Pegel, wie sie in Hamburg durchschnittlich alle 2½ Jahre bei Nordweststürmen vorkommen, vollläuft. Es sind daher Vorkehrungen getroffen, dass das Maschinenwerk durch solche Ueberschwemmungen nicht beschädigt, sondern vielmehr mit leichter Mühe wieder gereinigt, geschmiert und in Stand gesetzt werden kann. In den 2¼ Jahren des Bestehens der Brücke ist der Drehpfeiler schon zweimal vollgelaufen. Die dadurch veranlasste Betriebsunterbrechung des hydraulischen Mechanismus hat aber durchschnittlich nicht länger als 20 bis 24 Stunden angedauert.

H. Küferstein.

Heizungs- und Lüftungsanlage der erweiterten Börse in Berlin.

Von Herm. Fischer, Professor der technischen Hochschule in Hannover.

(Mit Abbildungen auf Tafel XXVIII.)

Das Ausschreiben der »Aeltesten der Kaufmannschaft zu Berlin« vom 15. Decbr. 1881, durch welches zur Einsendung von Entwürfen für die Heizungs- und Lüftungsanlage der erweiterten Börse in Berlin aufgefordert wurde, ist in zweifacher Hinsicht als ein Ereignis zu betrachten. Zunächst ist zu begrüfsen, dass man zur Lösung solcher über den Rahmen des Gewöhnlichen hinwegragenden Aufgaben weitere Kreise heranzieht, so dass durch freien Wettkampf das Beste, was die Jetztzeit zu leisten vermag, zu Tage gefördert wird. Obgleich die zur Bearbeitung der Entwürfe zur Verfügung gestellte Zeit (bis zum 1. Febr. 1882) sehr kurz bemessen war, so waren unter den 24 eingesandten Arbeiten nur wenige werthlos, dagegen viele durchaus tüchtig. Andererseits gewährt die Zusammenstellung der zahlreichen Entwürfe einen umfassenden Einblick in die auf dem Gebiete des Heizungs- und Lüftungswesens z. Z. herrschenden Auffassungen und gebräuchlichen Constructionen. Dieser Gesichtspunkt rechtfertigt den vorliegenden Bericht an dieser Stelle.

Durch Verlegen einer Strafse ist es möglich geworden, die Börse, welche den stetig wachsenden Verkehr nur schwer noch aufzunehmen vermag, bedeutend zu erweitern. Gelegentlich des Erweiterungsbaues soll nun eine geeignete Sammelheizung und Lüftung angelegt werden. In dem alten Theile befindet sich eine Feuerluftheizung mit 8 Heizkammern, welche 1862 von Müller in Breslau ausgeführt wurde. Sie arbeitet mit umlaufender Luft, indem sie — soweit die beiden grofsen Saalhälften in Frage kommen — die Luft durch in den Rand des Fufsbodens gelegte Gitter absaugt und nach stattgehabter Erwärmung dieselbe theils in die schachtartigen Räume x, Fig. 2 Tafel XXVIII, führt, welche in den Ecken durch Pfeiler gebildet werden, von wo sie in den Saal zurückgelangt, theils dieselbe unmittelbar durch neben den Ansaugungsgittern im Fufsboden befindliche Gitter treten lässt. Zum Theile gehören zwei solcher verschieden hochliegender Ausströmungsöffnungen zu derselben Heizkammer, so dass — namentlich wenn durch die Füfse der Börsenbesucher oder mittelst Strohmatten die Absaugungsgitter einigermafsen verdeckt sind — Unregelmäfsigkeiten in der Luftbewegung entstehen, welche die in der Nähe befindlichen Personen belästigen. Es ist s. Z. auch an einen Luftwechsel des grofsen Doppelsaales gedacht worden; derselbe sollte durch vier in den Ecken befindliche, 1qm weite Schächte bewirkt werden, welche einerseits etwa 12,5m über dem Fufsboden, andererseits über Dach münden. Die Erfahrung lehrte bald, dass diese Lüftungsanlage unerträglichen »Zug« veranlasse und führte zum Verschliefsen der genannten Abzugsschlotten.

Eine wesentlich erschwerende, jedoch in der Natur der Verhältnisse liegende Bedingung für die neue Anlage ist die, dass durch ihre Ausführung der Börsenverkehr höchstens in geringem Mafse gestört werden darf; das mag die Bauleitung zu dem Zugeständnis veranlasst haben, dass den Preisbewerbern überlassen werden solle, nur den neuen Theil des Gebäudes — rechts von der an der Burgstrafse beginnenden schrägen Mauer — oder das ganze Gebäude in den Beheizungs- und Lüftungsplan einzuschliefsen. Gefordert wird von der neuen Anlage bei —20° C. Aufsentemperatur und nach vierstündigem Anheizen in dem Hauptsaale 1,5m über dem Fufsboden 18°, in den Vestibulen, Garderoben und Treppenhäusern 15°, in den übrigen Räumen 20° C. Wärme. Der Luftwechsel soll stündlich in den Vestibulen, Treppenhäusern und Garderoben das doppelte des Raumes derselben, in dem Hauptsaale 12cbm, in den übrigen Räumen 20cbm für jede Person betragen. Es soll auf die Beleuchtung, beziehungsweise die durch sie frei gewordene Wärme Rücksicht genommen werden. Die Temperatur der in die Räume tretenden Luft soll +40° C. nicht überschreiten.

Die Frühproductenbörse findet bis 10½ Uhr Vormittags in der Regel in der Sommerbörse, bei ungünstigem Wetter jedoch in dem betreffenden Saaltheile statt. Die Hauptbörsenzeit beginnt gegen 11¾ Uhr und endigt um 3 Uhr; während dieser Zeit ist der gröfste Theil der Besucher, auch bei günstigster Witterung, an die Benutzung des grofsen Saales gebunden. Während der Börsenzeit werden benutzt: der Depeschenannahmesaal (43), die Fernsprechanlage, der Kündigungssaal (27), die an der Burgstrafse belegenen Kurs-, Sachverständigen- und Parteizimmer, die Zimmer für die Vertreter der Presse (20 bis 26) und das Buffet (44); ferner natürlich die zugehörigen Vestibule, Garderoben und Aborte.

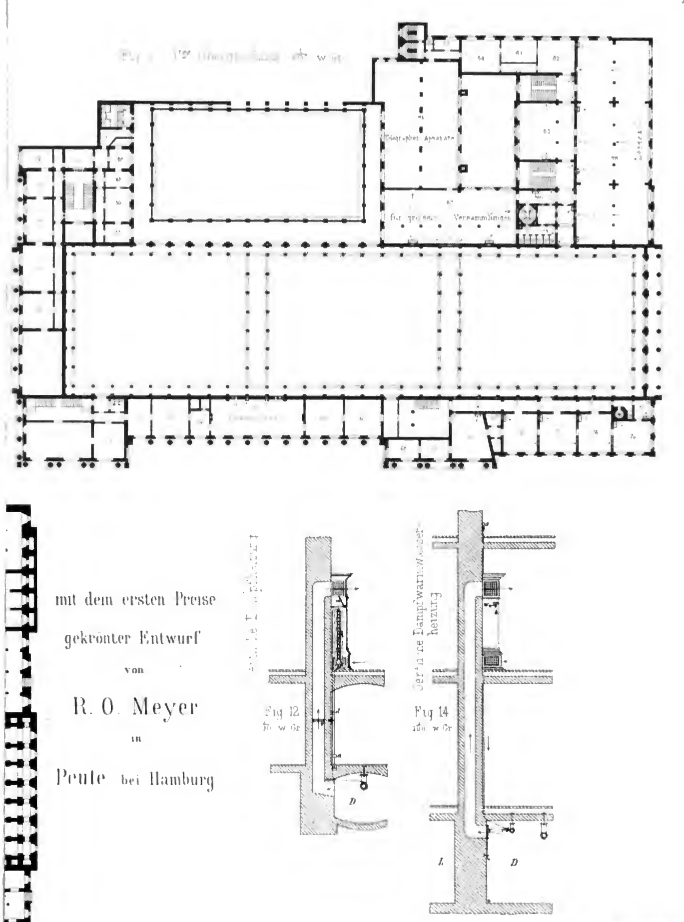
Sämmtliche alten und neuen an der Burgstrafse belegenen Räume des ersten Geschosses, ferner der Lesesaal mit Zubehör, sind während des ganzen Tages, oft bis abends 10 Uhr, im Gebrauche, der »Saal für gröfsere Versammlungen« zu unbestimmten Zeiten.

Die Räume No. 82 bis 86 einschliefslich, welche dem Post- und Telegraphendienste gewidmet sind, sollen der Sammelheizung nicht angeschlossen werden. Ferner sollen ausgeschlossen sein bezw. mit den alten Einrichtungen versehen bleiben: die Räume No. 1 bis 13, 18 und 19, 47 bis 64, 66 bis 69 und sämmtliche Räume des zweiten Geschosses (dessen Grundriss deshalb hier nicht wiedergegeben ist).

Die gestellte Aufgabe ist, wenn man bedenkt, dass das Kellergeschoss verhältnismäfsig niedrig (2,84m von Fufsboden bis Fufsboden) und der Baugrund ein schlechter, ferner die Wand- und Deckenbekleidung der vorhandenen Räume theilweise überaus reich ist, recht schwer. Ihre in jeder Beziehung befriedigende Lösung bedingt einen sogenannten »glücklichen Griff«, so dass dem auf diesem Gebiete erfah-

[1]) Hr. Vollhering hat inzwischen die Direction der Lübecker Maschinenbaugesellschaft übernommen.

[2]) jetzt Betriebschef der Lübecker Maschinenbaugesellschaft.


Telegraphen Apparate
für grössere Versammlungen
mit dem ersten Preise
gekrönter Entwurf
von
R. O. Meyer
in
Peute bei Hamburg
Fig 12
Fig 14
D
L
D

rensten Ingenieur kein Vorwurf aus dem Misslingen seiner Arbeit gemacht werden kann. Ich darf daher die Firmen beziehungsweise Ingenieure, welche ihre Entwürfe eingesandt haben, nennen; dass die besten Namen der Heiz- und Lüftungstechnik sich unter denselben befinden, mag als fernere Rechtfertigung für den vorliegenden Bericht dienen. Es betheiligten sich:

Aird & Marc in Berlin,
Albrecht in Altona,
J. L. Bacon in Berlin,
Bonté-Schäfer in Berlin,
C. Dürr & Co. in Stuttgart,
Fellner in Frankfurt a/M.
D. Grove in Berlin,
Joh. Haag (Filiale Berlin) in Augsburg,
Hauser in Stuttgart,
Eisenwerk Kaiserslautern in Kaiserslautern,
Emil Kelling in Dresden,
Kitz & Stuhl in Frankfurt a/M.,
Gebr. Körting in Hannover,
Oskar Krell in München,
M. & H. Magnus in Berlin,
R. O. Meyer in Pente bei Hamburg,
Möhrlin & Rödel in Stuttgart,
Noske in Hamburg,
J. H. Reinhardt in Würzburg,
Rietschel & Henneberg in Berlin,
John Röbbelen in Dresden,
H. Rösicke in Berlin,
Scharrath in Berlin,
Schäffer & Walcker, Act.-Ges. in Berlin.

Wie aus der Grundriss-Zeichnung, Fig. 2, zu sehen ist, grenzt das Gebäude westsüdwestlich an die Burgstrafse, nordnordwestlich an die Neue Friedrichsstrafse, ostnordöstlich an das Heiligegeist-Hospital und die nach demselben benannte Strafse, endlich südsüdöstlich an eine noch unbenannte Strafse, welche behufs Erweiterung der Börse verlegt wurde. Es umschliefst die geräumige, mit Baumpflanzung und einem Springbrunnen gezierte »Sommerbörse« einen gröfseren, an die Küche des Restaurateurs grenzenden und einen kleineren, zwischen dem Hospital und dem östlichen Treppenhause liegenden Hof. Diese Hinweise haben Bedeutung für die Luftentnahme. Die richtige Wahl der Entnahmestelle der frischen Luft ist ebenso wichtig für die befriedigende Leistung der Anlage wie unter den vorliegenden Verhältnissen schwierig. Viele Entwürfe entnehmen die Luft gleichzeitig von den verschiedenen Strafsen und dem gröfseren Hofe, ein Verfahren, welches schon deshalb zu verwerfen ist, weil es zahlreiche Reinigungsorte für die Luft bedingt, insbesondere aber hier unzulässig ist, da die verkehrsreiche Burgstrafse viel Staub liefert, die unbenannte Strafse voraussichtlich als Droschkenhalteplatz benutzt werden wird und der gröfsere Hof wegen der angrenzenden Küche als Schöpfstelle reiner Luft gewiss nicht gelten kann. Einige Entwürfe sind noch mangelhafter, indem die betreffenden Schöpf-Oeffnungen vor die Thüren gelegt sind, so dass die zugehörigen Gitter zweifellos als Fufsreiniger benutzt werden würden. Als beste Entnahmestellen dürften die Sommerbörse und der kleine Hof bezeichnet werden müssen. Erstere ist gegen lebhafte Luftbewegungen geschützt, so dass die Luft derselben in der Regel verhältnismäfsig rein sein wird; nur während der Benutzung der Sommerbörse als solcher dürfte deren Luft zur Reinhaltung der Luft der geschlossenen Räume wenig geeignet sein. Der kleine Hof vermittelt eine Beruhigung der Luftströmungen nicht in dem Mafse wie die Sommerbörse, dagegen kann derselbe ausschliefslich dem Zwecke der Luftentnahme dienstbar gemacht werden — nur die Fenster des angrenzenden Treppenhauses münden in diesen Hof — auch sind Schornsteine in nordwestlicher, westlicher bis südwestlicher Richtung erst in gröfserer Entfernung vorhanden, so dass bei den herrschenden Winden der Rauch erst nach reichlicher Verdünnung in den Hof gelangen kann. Die Sommerbörse ist mehrfach benutzt; besonders hübsch ist die von H. Rösicke gewählte Anordnung. Der gegenwärtige Springbrunnen ist durch einen anderen, nebenbei reicher gegliederten, ersetzt; die durchbrochenen senkrechten Aufsatzflächen dienen der Luft zum Eintritte. Der kleine Hof ist u. a. auch von R. O. Meyer — vgl. Tafel XXVIII Fig. 1 — gewählt.

Luftreinigung. Angesichts der grofsen Staub- und namentlich Russmengen, mit denen die Luft unserer Grofsstädte geschwängert ist, muss für den vorliegenden Fall an eine künstliche Luftreinigung gedacht werden; dass viele der Entwürfe betr. Einrichtungen ganz entbehren, kann nur als Fehler bezeichnet werden.

Gröfsere Staubablagerungskammern — vom Eisenwerk Kaiserslautern in besonders grofser Ausdehnung vorgeschlagen — sind für Anlagen, denen Betriebskraft mangelt, wohl das einzig mögliche Mittel zur Luftreinigung. Sie genügen aber bei weitgehenden Forderungen nicht und müssen, um zu verhüten, dass im Winter die angrenzenden Räume zu sehr abgekühlt werden, mit dicken, wenig Wärme leitenden Einschliefsungsflächen versehen sein. Sobald Gebläse zur Bewegung der Luft verwendet werden — wie im vorliegenden Falle —, so dürfte, nach dem heutigen Stande der Technik, das Seihen (Filtriren) der Luft vorgezogen werden müssen. Kelling und Joh. Haag schlagen Drahtgitter vor, welche nur gröbere Unreinigkeiten, Insecten u. dergl. zurückhalten sollen. Das Seihen durch faserige Gewebe ermöglicht eine weitgehende Reinigung der Luft, bedingt aber eine regelmäfsige Beseitigung der zurückgehaltenen Schmutztheile. Magnus empfielt die ununterbrochene Netzung der Gewebe, wodurch die Oeffnungen derselben einerseits verkleinert, andererseits die Staubtheilchen (vollständig?) genetzt werden, so dass sie sich zusammenballen und sicherer zurückgehalten werden, endlich aber eine ununterbrochene Abspülung der Gewebe erzielt wird, indem sämmtliche zurückgehaltene Staubtheilchen sich mit dem Wasser zu einer dunkeln, ohne Schwierigkeit abzuleitenden Brühe verbinden. Als Nachtheile dieses Verfahrens sind mir bekannt: das rasche Faulen der Gewebe und die Gefahr des Gefrierens. R. O. Meyer stellt (vgl. Fig. 1 bei A) mit Gewebe bespannte einzelne Rahmen auf, welche täglich durch inzwischen gereinigte Rahmen ersetzt werden sollen. Regelmäfsig durchgeführt dürfte dieses Verfahren befriedigen, ohne grofse Kosten zu verursachen.

Vorwärmung der Luft. Die gewaltigen Mengen frischer Luft, welche das Gebäude verlangt, und das nothwendig ausgedehnte Kanalnetz dürften eine Vorwärmung der Luft bald nach dem Schöpfen derselben unbedingt erforderlich machen, um im Winter eine zu grofse Abkühlung der die Kanäle begrenzenden Räume zu verhüten. Die Vorwärmung erleichtert aufserdem den Betrieb der Anlage, indem die abschliefsende Erwärmung der Luft in den einzelnen Heizkammern bez. an den in den betr. Räumen aufgestellten Heizkörpern von einer unveränderlichen Temperatur aus leichter zu regeln ist, als bei innerhalb weiter Grenzen schwankender Anfangstemperatur. Endlich ermöglicht die Vorwärmung, die Luftkanäle als Verkehrswege für den Heizer zu benutzen, der hierdurch von dem Betreten anderer Räume abgehalten werden kann und gezwungen wird, sehr häufig die Kanäle auf ihre Reinlichkeit zu prüfen. Diese wesentlichen Vortheile, welche mit der Vorwärmung der Luft verknüpft sind, sind leider von vielen der Entwurfsverfasser entweder ganz übersehen oder doch nicht genügend gewürdigt; mehrere andere haben ihnen jedoch Rechnung getragen. Ich gehe nur auf die Beschreibung einer hierher gehörigen Einrichtung, nämlich die der Gebr. Körting ein, da die übrigen nur bekanntes enthalten. Durch eigene Versuche haben Gebr. Körting gefunden, dass die Ueberführung der Wärme aus Wasser in Luft und umgekehrt wesentlich gröfser als gewöhnlich wird, sobald man die Luft mit grofser Geschwindigkeit durch enge Röhren treibt, welche von aufsen durch das Wasser bespült werden. (Vergl. übrigens Notiz des Verfassers über in Philadelphia gemachte Versuche, welche dasselbe Ergebnis hatten, in Dingl. polyt. Journal 1878, Bd. 227, S. 209.) Hierdurch ist ihnen möglich geworden, die erforderlichen Heizflächen auf einen verhältnismäfsig kleinen Raum zusammenzudrängen. Fig. 10 und 11 stellen die Einrichtung theilweise im Schnitte, theilweise in Ansicht in $^1/_{40}$ d. nat. Gr. dar. Die frische Luft tritt in die viereckige Blechröhre N, wird durch eine in derselben befindliche schräge Platte O (punktirt

vorgeschlagen; aufserdem findet man viele Saugschornsteine (Bacon, Dürr, Aird & Marc, Joh. Haag, Bonté-Schäfer, Röbbelen u. a.), welche theils mittelst abziehenden Rauches, theils ebenso, aber mit Ergänzungsfeuer, theils mittelst Dampfes erwärmt werden. Abgesehen von der zum Theil recht mangelhaften, wenn nicht unmöglichen Anordnung (Dürr, Bonté-Schäfer) ist die Anwendung der im Betriebe theuren Saugschornsteine wohl nur dann gerechtfertigt, wenn eine Maschinenanlage fehlt. Einige Sonderbarkeiten mögen hier kurz erwähnt werden. So wollen Aird & Marc im Sommer 30 zur Nedden'sche mit Leitungswasser betriebene Schraubengebläse, welche etwa 16m über dem Strafsenpflaster angebracht sind, anwenden, und Bonté-Schäfer empfielt aufser den erwähnten Saugschornsteinen einige »Compound-Körting«, welche in der Decke des grofsen Saales Platz finden sollen.

Heizung. Einige der Entwurfsverfasser haben versucht, die vorliegende Aufgabe mit Hülfe der Feuerluftheizung theilweise unter Beibehaltung der alten Anlage zu lösen. Möhrlin und Rödel sind hierbei mit viel Geschick verfahren. Man kann sich aber bei dem Durchblicken der verschiedenen Entwürfe bald überzeugen, dass ein solcher Versuch ohne Aussicht auf Erfolg ist. Schon die auf den Grundriss des Gebäudes vertheilten vielen Feuerstellen müssen für den vorliegenden Fall von dieser Beheizungsart abschrecken. Die meisten der Entwürfe sind deshalb auch auf Dampfheizung begründet.

Als Dampferzeuger sind, mit zwei Ausnahmen, die Abarten des Alban'schen Kessels, die man unter den Namen Root, Walther, Büttner u. s. w. kennt, vorgeschlagen, so dass deren Anlage unter dem Depeschenannahmesaal zulässig ist; Rietschel & Henneberg empfelen Flammrohrkessel, welche in dem gröfseren Hofe unterzubringen sein würden. Abgesehen von anderen Unzuträglichkeiten, welche diesen Aufstellungsplatz begleiten, dürfte die Verwendung der Flammrohrkessel an sich unzulässig sein, da eine Explosion und die Verbreitung der frei werdenden gewaltigen Dampfmenge Verwirrung und unberechenbares Unglück über die in dem Gebäude befindlichen Menschenmassen heraufbeschwören würde. Der Vorschlag Kitz & Stuhl's, unter den Telegrammannahmesaal gewöhnliche Zwischenfeuerkessel zu legen, bedarf keiner Erörterung.

Die Dampfröhren wie auch die Röhren für das Niederschlagswasser sind, soweit möglich, fast überall in die Luftkanäle gelegt. Die Beheizung der vorübergehend zu benutzenden Räume, des grofsen Saales mit Zubehör, ist als reine Dampf- bezw. Dampfluftheizung entworfen. Im übrigen herrscht grofse Verschiedenheit auch unter denjenigen, welche für den grofsen Saal Dampfheizung verwenden, so dass ich, um nicht zu weitläufig zu werden, mich auf die Besprechung der wesentlichsten Anordnungen beschränken muss.

Für das Anheizen des täglich nur wenige Stunden benutzten grofsen Saales ist die Umlaufs- (Circulations-) Heizung gewiss von einigem Werthe; sie wurde deshalb auch fast allgemein in Vorschlag gebracht, jedoch in sehr verschiedener Weise. Während die meisten der Entwurfsverfasser mehrere, theils sehr viele Heizkammern nahezu unmittelbar unter den Ein- und Abströmungsöffnungen des grofsen Saales angeordnet haben, so dass die umlaufende Luft nur einen sehr kurzen Weg zurückzulegen hat, während Rösicke, Schäffer & Walcker, Bacon und Krell diesen Weg noch ganz bedeutend verkürzen, indem sie ummantelte Heizkörper in dem grofsen Saal aufstellen, muthen Rietschel & Henneberg der umlaufenden Luft zu, von dem Saale zunächst zu dem Absaugegebläse zu strömen, welches sie an das Druckgebläse abgiebt. So entsteht für einzelne Luftpartieen ein etwa 230m langer Umlaufsweg. (Bei der Feuerluftheizung Fellner's ist derselbe Gedanke noch weiter verfolgt; die Wegeslängen messen hier bis 400m!) Dieses Verfahren birgt mehrere Mängel. Einmal ist für die Umlaufsheizung der Gebläsebetrieb erforderlich, ferner aber liegt die Gefahr vor, dass der früher aus dem Saale gesaugte Staub, welcher sich in den Absaugungskanälen lagert, während der Umlaufsheizung wieder aufgewirbelt wird und infolge dessen theilweise in die Frischluftkanäle kommt, auf die Heizkörper sich lagert und in den Saal zurückgelangt. Man muss selbst bei kürzerem Luftumlaufe, wobei nur ein kleiner Weg durch die Abzugskanäle zurückzulegen ist, dem letzterwähnten Umstande durch häufiges Reinigen dieser Kanaltheile Rechnung tragen, selbst wenn während der Umlaufsheizung die Luftbewegung, wie meistens der Fall, nur durch den Auftrieb der Luft hervorgebracht wird.

Die nur während der Börsenzeit in Benutzung befindlichen kleineren Räume stellen an die Beheizung im wesentlichen gleiche Anforderungen wie der grofse Saal. Die ausgedehnte Anwendung der Dampfluft- bezw. örtlichen Dampfheizung für diese Räumlichkeiten erklärt sich daher von selbst. Anders ist es mit denjenigen Räumen, welche während des ganzen Tages, oft bis spät abends oder zu ganz unbestimmten Zeiten benutzungsfähig sein sollen. Die Entwürfe zerfallen in dieser Beziehung in zwei verschiedene Arten. Die eine Art macht die Beheizung, in einzelnen Fällen sogar die Lüftung, von den betreffenden Anlagen des grofsen Saales und seines Zubehörs ganz unabhängig, indem sie die fraglichen Räume mit besonderen Heizungs- bezw. Lüftungsanlagen versieht. Gebr. Körting z. B. verwenden besondere Gebläse, besondere Luftvorwärmung und abschliefsende Erwärmung durch recht hübsche Dampfwasseröfen, aufser für 27, 43, 44, 45, 46, d. i. Kündigungssaal, Büffet, Depeschen-Annahme und Zubehör, sowie für 17, 20 bis 26, d. i. der rechte Theil des Erdgeschosses an der Burgstrafse, für die Raumgruppe 33, 34, 78, 79, 80, 81 und 87, d. i. Lesesaal und Saal für gröfsere Versammlungen mit zugehörigem Treppenhause, Vorraum und Abort, sowie für die Gruppe 65, 70 bis 77, d. i. Sitzungssaal und Büreauräume an der Burgstrafse, eine Lösung der vorliegenden Aufgabe, welche nur vollen Beifall finden kann. Leider bedingt dieselbe wegen der verzwickten gegenseitigen Lage der zu einer Gruppe gehörigen Räume ausgedehnte Kanalnetze und auch sonst kostspielige Anlagen. Krell verfolgt denselben Gedanken in weniger glücklicher Weise. Kitz & Stuhl empfelen für die hier in Frage kommenden Räume die Verwendung mehrerer örtlicher Mitteldruckwasserheizungen mit Füllfeuerungen unter Missachtung der auf einen bestimmten Luftwechsel gerichteten Forderung des Programmes. Schäffer & Walcker und Magnus verwenden theilweise Wasserheizung, theilweise Dampfwasserheizung. (Siehe weiter unten.)

Die auf Feuerluftheizung begründeten Entwürfe vermögen natürlich verhältnismäfsig leicht den verschiedenartigen Ansprüchen an die Heizung gerecht werden.

Die andere Reihe der Entwürfe benutzt das Wärmeaufspeicherungsvermögen des Wassers, um während der Anheiz- und Heizdauer bezw. etwas längerer Zeit, während welcher die Dampfentwickler im Betriebe sind, so viel Wärme anzusammeln, um nach dem Verlöschen der Feuer das Warmhalten der betreffenden Räume aus dem Wärmevorrath bewirken zu können. Freilich schliefst dieses Verfahren meistens den Luftwechsel in geforderter Gröfse aus.

Man findet örtliche Dampfwasserheizung bei Bonté-Schäfer, Reinhardt, Joh. Haag (mittelst dessen bekannten Ofens), Rietschel & Henneberg (ebenso), Schäffer & Walcker (deren Ofen vollständig mit Wasser gefüllt ist, so dass ein höher gelegenes Ausdehnungsgefäfs nöthig wird), Magnus (desgl., das Ausdehnungsgefäfs steht unmittelbar über dem Ofen in der mit diesem gemeinschaftlichen Verkleidung) und Grove. Der Ofen des letzteren erscheint mir neu, weshalb er hier mit Hülfe der Fig. 15 (1/40 d. w. Gr.) kurz beschrieben werden mag.

Fig. 15

Der senkrechte trommelförmige Ofenkörper ist von mehreren senkrechten Röhren A durchsetzt, welche zur Wärmeabgabe an die Luft dienen. In der Mitte des Ofens befindet sich eine beiderseitig geschlossene Röhre B, in welche vermöge der Röhre D Dampf geleitet wird. Derselbe erwärmt theils das Wasser unter Vermittlung der Röhrenwandung B, tritt aber anderentheils

durch kleine Löcher in den Ofen, und zwar über das Wasser. Das hier gebildete Niederschlagswasser fliefst durch eine in Wasserlinie liegende Lochreihe in die Röhre *B* zurück, vereinigt sich mit dem in dieser gebildeten Wasser und entweicht durch die Röhre *E*. Hier gewährt der Raum über dem Wasser Gelegenheit zur Ausdehnung desselben.

Ich bin, wie in den Fachkreisen bekannt sein dürfte, kein Freund der örtlichen Dampfwasserheizung, indem dieselbe ein gleichmäfsiges Warmhalten nicht zu erreichen vermag, dabei leicht zur Ueberheizung führt. Für viel zweckmäfsiger halte ich die Dampfwasserheizung, bei welcher die Erwärmung des Wassers und auch die wesentlichste Aufspeicherung der Wärme aufserhalb des zu heizenden Raumes stattfindet. Dieses Verfahren sah ich zuerst im Wiener Justizpalast angewendet, dessen Heizungs- und Lüftungsanlage 1879/80 von Emil Kelling in Dresden ausgeführt worden ist. Es ist für die Börse in Vorschlag gebracht von Kelling (für No. 25, 26 und 70 bis 77), Aird & Marc, Magnus (für No. 65, 70 und 72 bis 78) und Meyer, wie weiter unten näher beschrieben.

Gern hätte ich an dieser Stelle eine Sammlung der Wärmeüberführungscoëfficienten gegeben; leider sind dieselben jedoch so sehr von einander verschieden, dass ihre Wiedergabe nur verwirrend wirken könnte.

Betrieb. Die Regelung des Luftwechsels ist meistens durch Drosselung mittelst Klappen, Schieber und dergleichen, aufserdem vor einigen durch Aenderung der Gebläsegeschwindigkeit gedacht. Die Regelung der Wärmeabgabe erfolgt theils durch Mischklappen, oft in sehr hübscher Weise, theils durch Regelung des Dampfzutrittes, oder durch Ausschaltung einiger Theile der Heizkörper. Zur Beobachtung der Temperaturen sind, soweit derselben überhaupt Erwähnung geschieht, Metallthermometer mit elektrischer Zeichengebung und wandernde Thermometer gedacht. Der gröfste Theil der Ausführung der Regelung ist dem Heizer in die Hand gelegt. Benutzt derselbe hierbei die Frischluftkanäle als Verkehrswege, wie in zahlreichen Entwürfen vorgesehen, so ist er gewissermafsen gezwungen, auf die Reinlichkeit derselben ein wachsames Auge zu haben. Leider machen viele der Entwürfe das Reinhalten der Frischluftkanäle, Heizkammern und Heizkörper geradezu unmöglich, indem die Kanäle selbst für das Hindurchschlüpfen zu eng sind, Eintrittsöffnungen für die Heizkammern fehlen und die Heizkörper so eng in die Heizkammern eingeschachtelt sind, dass Niemand hindurchzukommen vermag. Man kann wohl behaupten, dass nicht die Hälfte der Entwürfe in dieser Hinsicht befriedigte.

Anschliefsend an die obigen allgemeinen Erörterungen mag der mit dem ersten Preise gekrönte und zur Ausführung angenommene Entwurf Rud. Otto Meyer's in Peute bei Hamburg noch eingehend beschrieben werden.

Schon früher wurde erwähnt, dass Meyer die frische Luft im Hofe *a* (Fig. 1) schöpfe. Sie durchströmt zunächst ein Drathgitter, durch welches namentlich das Ungeziefer abgehalten werden soll und gelangt alsdann durch zwei, mittelst Drosselklappen verschliefsbare Oeffnungen in die Filterkammer *A*. Daselbst sind 8 wegnehmbare, mit faserigem Sackleinen bespannte Rahmen in Zickzackform aufgestellt, so dass rund 25qm Filterfläche (für stündlich 72000cbm) gewonnen werden. Die Filter sollen täglich gewechselt werden, so dass die Reinigung derselben bequem und regelmäfsig erfolgen kann. Der folgende Raum enthält zahlreiche aufsen gerippte Röhren einer Niederdruckwasserheizung, (die zugehörigen, aus Röhren bestehenden, wärmeaufnehmenden Körper nebst deren Feuerungen sind innerhalb der mit *W* bezeichneten Rechtecke untergebracht) sowie ein ähnliches Röhrenbündel, welches zum Niederschlagen des Betriebsdampfes dient. Hier findet die Vorwärmung der frischen Luft auf +15° C. statt. Die Regelung dieser Erwärmung ist theils durch Aufserbetriebsetzen einer, zweier oder sämmtlicher Wasserheizungen, theils durch mehr oder weniger starkes Feuern der Wasserheizungen ohne Schwierigkeit möglich. Sofern eine Lufterwärmung nicht nöthig ist, so wird natürlich auch der Dampfheizkörper *V* aufser Benutzung gestellt.

Die Röhre *B* soll, soweit erforderlich, der Luftanfeuchtung dienen; sie ist mit zahlreichen feinen Durchbohrungen versehen. Vermöge mehrerer auf der Aufsenfläche befindlicher niedriger Längsrippen und über diese mehrfach gelegter feiner Drahtsiebe entstehen zwischen der Röhre und den Drahtsieben Hohlräume, die zu weitgehender Vertheilung des aus den erwähnten Bohrungen strömenden Dampfes Gelegenheit geben.

Nunmehr gelangt die Luft zu den beiden Schleudergebläsen, welche sie in zwei parallel zur Länge des grofsen Saales liegende Hauptkanäle *D* und weiter in einige Nebenkanäle drücken. Die genannten Hauptkanäle *D* sind mittelst eines unter dem Kellerfufsboden befindlichen, weiten und bequem begehbaren Kanales *FF* mit einander verbunden.

Dasjenige Kanalnetz, welches den östlichen Theil des Gebäudes mit Luft versorgt, ist — vom alten Gebäude ab — auch unter den Kellerfufsboden gelegt, was, da dieser Gebäudetheil neu errichtet wird, zulässig ist; dasselbe ist aber geräumig genug, auch mit einer Treppe versehen, so dass es von dem Heizer in seiner ganzen Ausdehnung begangen werden kann. Aus Rücksicht auf die Küche des Restaurateurs und die bequeme Verbindung derselben mit den zugehörigen Wirthschaftsräumen ist die Tieferlegung der in Rede stehenden Kanäle nothwendig geworden.

Aus dem Hauptkanalnetze gelangt die frische Luft in leicht verfolgbarer Weise theils zu den in den einzelnen Räumen aufgestellten Heizkörpern, theils in die Heizkammern *H* und *K*.

Die Luft des grofsen Saales, des Sitzungssaales No. 65 und der einen Garderobe No. 14 wird (in ersterem durch die im Fufsboden liegenden Gitter *G*, Fig. 2) nach dem zweiten Hauptkanalnetz *L M* abgesaugt; *M* ist unter den Kellerfufsboden gelegt, theils aus Rücksicht auf die Fernsprechanlage, theils um den nordöstlichen Frischluftkanal *D* kreuzen zu können. Ein Schleudergebläse wirft sodann die gebrauchte Luft unter dem Kellerfufsboden der Küche entlang in den grofsen Hof. Nach privaten Mittheilungen wird ein Schacht errichtet werden, welcher die gebrauchte Luft an dieser Stelle über das Dach führt.

Die Verfolgung des Luftweges zwischen den Druck- und Saugkanälen mag zunächst an Hand der Fig. 4, 5 und 6 stattfinden; sie stellen zwei senkrechte und einen wagerechten Schnitt der Heizkammern *H* dar. Bei der gezeichneten Klappenstellung gelangt die Luft aus dem Druckkanale *D* in die Heizkammer *H*, erwärmt sich an den mit Dampf gefüllten Röhren *h* und steigt durch den verkleideten Schacht — bezw. im neuen Gebäudetheile durch je einen in der Wand ausgesparten Kanal — in den grofsen Saal, während eine gleiche Menge gebrauchter Luft durch die Gitter *G* (Fig. 2) in den Saugkanal *L* fällt.

Sollte die Luft an den Dampfröhren *h* zu sehr erwärmt werden, so wird durch Verstellung der Mischklappe *m* die Durchströmung der Heizkammer gehemmt, während der frischen, nur vorgewärmten Luft gestattet wird, ohne weitere Erwärmung in den Schacht *J* zu gelangen. Hier erfolgt die Mischung der letzteren mit der mehr erwärmten Luft, so dass die in den Saal gelangende eine entsprechend niedrige Temperatur besitzt. Im grofsen Saale sind sechs sogenannte wandernde Thermometer (vergl. Handbuch der Architektur, Theil 3, Bd 4, S. 249) angebracht, mittelst welcher der Heizer sich jederzeit rasch und sicher über die Temperaturzustände des grofsen Saales unterrichten kann, um hiernach die Einstellung der Mischklappen zu bewirken.

Soll nicht gelüftet werden — alsdann sind sämmtliche Gebläse aufser Betrieb —, so werden die Klappen *v* und *c*, Fig. 4, in die punktirte Lage gebracht, so dass die zu erwärmende Luft dem Kanal *L* entnommen werden muss. Da die zugehörigen Abzugsgitter *G* (Fig. 2) unmittelbar neben dem Schachte *J* sich befinden, so hat die umlaufende Luft den Kanal *L* nur längs eines sehr kurzen Weges zu benutzen.

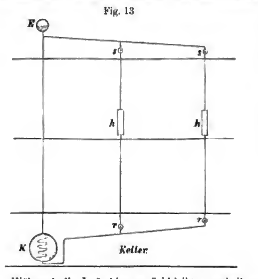
Früher wurden — wie oben erwähnt — die Hohlräume *x* zur Einführung der warmen Luft in den grofsen Saal benutzt. Da dieselben für diesen Zweck genügen, die vorgeschlagenen Schachte *J* trotz verzierter Vorsetzer das Aussehen des Saales schädigen, endlich aber die gesammte Anordnung des Meyer'schen Entwurfes die Benutzung jener Hohlräume *x* gestattet, so ist auf Vorschlag des Preisgerichtes beschlossen, die Heizkammern *H* (Fig. 1) bis dicht an die Schachte *x* seitlich zu verschieben, also die besonderen Schachte *J* hinwegfallen zu lassen.

Alle übrigen Räume, welche nur während der Börsenzeit benutzt werden, sind mit örtlicher Dampfheizung versehen, nach dem Schema Fig. 12. Von der Dampfröhre, welche in dem hier unter dem Kellerfufsboden befindlichen Kanale *D* für frische, auf + 15° vorgewärmte Luft hängt, steigt eine Zweigröhre zu dem aus gerippten Kasten gebildeten und ummantelten Heizkörper *h* empor, während das Niederschlagswasser durch ein Röhrchen in diejenige Röhre fliefst, welche, im Kellerfufsboden liegend, das Niederschlagwasser sammelt. *d* bezw. *a* bezeichnen das im Kellergeschoss einstellbare Dampf- bezw. Niederschlagswasserventil. Frische Luft steigt von *D* aus, die Drosselklappe *c* passirend, nach oben und gelangt über dem Heizkörper *h* in die Ofenummantelung des betreffenden Raumes. Die am Heizkörper *h* zu erwärmende Luft wird dem betreffenden Zimmer entnommen und gelangt, die Oeffnung der Mischklappe *m* durchströmend, vor die Mündung des Frischluftkanales, mischt sich hier innig mit der frischen Luft und gelangt durch obere Vergitterungen des Ofenmantels ins Zimmer. Vermöge der Einstellung der Mischklappe *m*, welche von einem Diener, der in dem betreffenden Raume selbst zu thun hat, bewirkt wird, erfolgt in derselben Weise, wie bei der Heizung des grofsen Saales, die Regelung der Temperatur, während dem im Kellergeschosse befindlichen Heizer nur die In- und Aufserbetriebsetzung zufällt.

Der Rest der Räume, diejenigen, welche auch aufserhalb der Börsenzeit geheizt werden müssen, ist, wie bereits oben erwähnt, mit örtlicher Dampfwarmwasser- bezw. Dampfwasserluftheizung versehen. Die den ersteren zugehörigen Räume sind in zwei Gruppen zerlegt (No. 33 und 34, 78 bis 81 einerseits und No. 70 bis 77 andererseits), welche je einen Heizkessel im Kellergeschosse, am nördlichen Ende des Gebäudes, östlich und westlich vom Keller des grofsen Saales (Fig. 1) besitzen; die Dampfwasserluftheizung ist nur für den Sitzungssaal No. 65 vorgesehen.

Das Schema der örtlichen Dampfwarmwasserheizung giebt Fig. 13 wieder, während Fig. 14 der senkrechte Schnitt einer der Anordnungen ist. Der Heizkessel *K*, Fig. 13, enthält eine Dampfschlange; das durch sie erwärmte Wasser nebst der aus letzterem frei werdenden Luft steigt senkrecht zu dem auf dem Dachboden untergebrachten Ausdehnungsgefäfs *E*

Fig. 13



empor. Während die Luft hier zurückbleibt, vertheilt sich das warme Wasser nach den einzelnen Heizkörpern *h* und sammelt sich in abgekühltem Zustande im Kellergeschosse, woselbst die Rückführung nach dem Heizkessel *k* erfolgt. *s* bez. *r* sind Ventile, letztere mit Entleerungshahn verbundene, die zur Ausschaltung der einzelnen Heizkörper dienen.

Die Heizkörper selbst werden nun gerade so wie die vorhin genannten Dampfheizkörper ummantelt und mit Mischklappe ausgestattet; das weitere ist aus Fig. 14 zu ersehen. In dieser Figur bezeichnet *s* das obere, *r* das untere Ventil der zum Heizkörper gehörenden Leitung, *m* die Axe der Mischklappe, welche im Zimmer selbst zwischen »warm« (w) und »kalt« (k) eingestellt wird, endlich *r* den Luftschieber, dessen Einstellung im Frischluftkanale *D* erfolgt. *L* ist der benachbarte Kanal für die gebrauchte Luft des grofsen Saales.

Ist schon hierdurch möglich, eine Ueberheizung der Räume fast vollständig zu verhindern, während in dem Heizkessel *K* bedeutende Wärmemengen aufgespeichert sind, welche das Warmhalten der Zimmer während mehrerer Stunden nach Einstellung des Dampfkesselbetriebes ermöglichen, so gewährt die Dampfwasserluftheizung des Saales 65 dieselben Vortheile doch noch vollkommener. Die Figuren 7, 8 und 9 stellen dieselbe in zwei senkrechten und einem wagerechten Schnitte dar. Innerhalb der im Kellergeschosse angebrachten Heizkammer befindet sich der mit Dampfschlange versehene Heizkessel *K*, auch das Ausdehnungsgefäfs *E* und die gerippten Heizkasten. Nach Oeffnung der Klappe *c*, Fig. 9, tritt vorgewärmte frische Luft in die Heizkammer, erwärmt sich dort und steigt in zwei senkrechten Kanälen zum Saale empor; eine gleiche Luftmenge sinkt durch zwei andere Kanäle in den Sammelkanal *L* für gebrauchte Luft und wird mit der gebrauchten Luft des grofsen Saales in bekannter Weise abgeführt. Die Regelung der Lufttemperatur bez. der Temperatur im Saale 65 erfolgt durch die Mischschieber *m*, welche von dem genannten Saale ab eingestellt werden können. Je nach Stellung der Mischschieber steigt entweder nur in der Heizkammer erwärmte Luft, oder theils solche, theils nur vorgewärmte des Kanales *D* nach oben. Aehnlich verhält es sich, wenn ohne Zufuhr frischer Luft geheizt werden soll, indem alsdann nach Oeffnung der Klappen *e* bereits gebrauchte Luft in die Heizkammer gelangt. Die Ausdehnung des Kanalnetzes *D* ist eine so grofse, dass auch nach Aufserbetriebsetzung der Gebläse die zum Mischen der Luft für Saal 65 (und auch der übrigen kleineren Räume) erforderliche Luftmenge unbedenklich demselben entnommen werden darf. Nöthigenfalls kann letztere jedoch aus *L*, unter den Heizkörpern hindurch, in *D* geführt werden, indem hierzu nur die Oeffnung sowohl der Klappen *c* als auch der Klappen *e* erforderlich ist.

Der Meyer'sche Entwurf zeichnet sich noch durch seine Anpassung an gegebene Verhältnisse aus. In Fig. 1 ist dasjenige Mauerwerk, welches der Entwurfsverfasser zu dem bereits vorhandenen bezw. baulicherseits gezeichneten hinzuzufügen verlangt, im Querschnitte schraffirt, um die soeben gemachte Anführung zu begründen.

Die Resultate der Heizversuchsstation München.

Antikritik des Aufsatzes von Herrn J. Lüders in der Zeitschrift 1882, S. 115.

Von Dr. **H. Bunte.**

(Vortrag, gehalten im bayerischen Bezirksvereine des Vereines deutscher Ingenieure am 16. Mai 1882.)

Als im Jahre 1869 die Untersuchungen von Scheurer-Kestner und Meunier-Dollfus über die Verbrennung der Steinkohle abgeschlossen und die Resultate derselben publicirt waren, leitete der damals hervorragendste Vertreter der Wärmetechnik in Deutschland, Hr. Schinz, sein Referat[1]) über diese Arbeiten mit folgenden Worten ein:

> »Durch diese Arbeit haben die Verfasser unsere Kenntnis des Gegenstandes ihrer Untersuchung keineswegs bereichert.«

Diese Worte könnten passend als Motto über die Abhandlung des Hrn. Lüders »Die Resultate der Münchener Heizversuchsstation« geschrieben werden, welche im Märzhefte dieser Zeitschrift erschienen ist. Nach etwa 12 Jahren hat nun Hr. Lüders in jenem Aufsatze die Arbeiten von Scheurer-Kestner als unerreichtes Muster aufgestellt, dafür aber die Heizversuchsstation München kaum glimpflicher behandelt, als Hr. Schinz seinerzeit die Hrn. Scheurer-Kestner und Meunier-Dollfus. Damals haben die letzteren die Discussion mit den Worten geschlossen: »Die Wahrheit kommt doch zu Tage, und in der Ueberzeugung, dass unsere Arbeiten nicht ohne Nutzen gewesen sind, werden wir uns so lange gedulden«. Im Interesse der Sache möchte ich mich jedoch nicht so lange wie jene gedulden, sondern nach

[1]) Dingler's polytechnisches Journal 1870, Bd. 196, S. 38 u. ff.

meinen Kräften dazu beitragen, dass die Wahrheit möglichst bald ans Licht komme; deshalb erlaube ich mir, jener Kritik schon jetzt eine Antikritik entgegenzustellen.

Es kann nicht meine Absicht sein, hier auf alle Einzelheiten jener Abhandlung einzugehen, vielmehr muss ich mich darauf beschränken, die Basis zu untersuchen, auf welcher Hr. Lüders seine Kritik aufbaut, und die Kernpunkte seiner Ausführungen kritisch zu beleuchten. Die einzelnen Fragen über die mehr oder minder zweckmäfsige Anlage der Station können dabei vorläufig ganz aufser Acht bleiben.

Die Ausführungen des Hrn. Lüders in der kritischen Abhandlung gipfeln in dem Satze:

> »Der heutige Stand der Wärmelehre lässt uns keine Wahl zwischen den Resultaten von Scheurer-Kestner und denen der Heizversuchsstation übrig. Wir sind genöthigt, die letzteren für unrichtig zu erklären, gerade weil sie mit denen der Dulong-schen Formel übereinstimmen.«

Von diesem Satze behaupte ich genau das Gegentheil.

Um die Richtigkeit meiner Behauptungen zu erhärten, gestatten Sie mir einige Bemerkungen vorauszuschicken.

Bis zur Mitte der sechziger Jahre war die Verbrennungswärme, der Gesammtheizwerth der Brennstoffe, so gut wie unbekannt. Soweit man denselben in Betracht zog, stützte man sich auf eine von Dulong gegebene Regel, wonach die Verbrennungswärme einer organischen Verbindung gleich ist der Summe der Verbrennungswärmen der Elemente; bei sauerstoffhaltigen Körpern, zu denen auch die Brennstoffe gehören, wurde angenommen, dass der Sauerstoff mit Wasserstoff zu Wasser verbunden sei, und demgemäfs ein entsprechender Wärmebetrag in Abzug gebracht. Diese Regel kann selbstverständlich nur den Werth einer rohen Annäherung besitzen, und obgleich zahlreiche organische Verbindungen bekannt sind, welche sich derselben ziemlich gut fügen,[1]) so kann dies kaum anders als ein Zufall betrachtet werden, da in den meisten Fällen der Wasserstoff nicht gasförmig oder der Kohlenstoff nicht fest, jedenfalls aber das Wasser nicht fertig gebildet in den Verbindungen vorhanden ist, wie es die Regel von Dulong voraussetzt. Für die Brennstoffe, insbesondere die Steinkohlen, waren gar keine Versuche vorhanden, nach denen sich beurteilen liefs, in wie weit diese Regel auch auf sie Anwendung finden könnte.

Es ist das unbestrittene Verdienst von Scheurer-Kestner, zuerst die calorimetrische Methode von Favre und Silbermann für Steinkohlen anwendbar gemacht und durch directe Versuche die Verbrennungswärme derselben ermittelt zu haben.

Diese Versuche ergaben ein aufserordentlich überraschendes Resultat; es zeigte sich nämlich, dass bei der Verbrennung von 0,3 bis 0,5g Steinkohlen im Calorimeter mehr Wärme gefunden wurde, als die im freien Zustande gedachten Elemente C und H zu liefern im Stande sind, selbst wenn man den Sauerstoffgehalt derselben vollständig aufser Acht lässt, wie folgende Tabelle zeigt:

Heizwerth in Wärmeeinheiten.

1	2	3	4	5	6	7	8
Steinkohlensorte	Beobachtet von Scheurer-Kestner	Nach Scheurer-Kestner berechnet ohne Berücksichtigung des Sauerstoffs	Differenz		Dulong	Differenz gegen beobachtete Werthe	
			Wärme-Einheiten	Procent bezogen auf die berechneten Werthe	Berechnet nach Dulong	Wärme-Einheiten	Procent bezogen auf die berechneten Werthe
Ronchamp I	9163	9023	+140	1,55	8802	361	4,13
» II	9117	8664	+453	5,23	8354	763	9,13
» III	9081	8636	+445	5,15	8291	790	9,53
Dudweiler . . (Saarkohle)	8724	8358	+366	4,38	7858	866	11,02
Altenwald . .	8633	8348	+285	3,41	7810	823	10,54
Heinitz . . .	8487	8127	+360	4,43	7490	997	13,31
Friedrichsthal	8457	7990	+467	5,84	7287	1170	16,05
Louisenthal	8215	7824	+391	5,99	7028	1187	16,89

In dieser Tabelle sind einige von Scheurer-Kestner beobachtete Verbrennungswärmen verglichen 1. mit den nach seinen Vorschlägen, ohne Berücksichtigung des Sauerstoffes, aus der chemischen Zusammensetzung berechneten Werthen (Col. 3, 4 und 5) und 2. mit den nach der Dulong'schen Regel sich ergebenden Heizwerthen (Col. 6, 7 und 8). Man ersieht, dass die beobachteten Werthe in allen Fällen höher sind als die berechneten, und dass die ersteren den nach Dulong berechneten Werth theilweise um mehr als 16 pCt. übersteigen.

Dieses Resultat war keineswegs von der Theorie vorauszusehen, im Gegentheil, es stand im Widerspruche mit allen bis dahin bekannten und, wie ich hinzufügen darf, mit allen mir bis heute bekannt gewordenen Thatsachen. Ich betone diesen Umstand deshalb, weil nach den allgemeinen Ausführungen, welche Hr. Lüders in seiner Abhandlung der Tabelle über die Resultate von Scheurer-Kestner vorausschickt: »Es ist eine feststehende Thatsache« . . . bis . . . »Es wurde nämlich gefunden«, es scheinen könnte, als ob die Werthe von Scheurer-Kestner nach der Theorie erwartet werden könnten. Dass gerade das Gegentheil der Fall und dass die Herren Scheurer-Kestner und Meunier-Dollfus von ihren Versuchsergebnissen überrascht waren, zeigen die mannigfaltigen Speculationen, welche sie anstellten über die Zusammengehörigkeit von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in den Kohlen oder über die Gegenwart des N als Cyan in denselben, um für die Richtigkeit der Versuchsresultate eine einigermafsen befriedigende theoretische Erklärung zu finden. Sie mussten sich schliefslich mit dem Hinweis auf die Arbeiten von Berthelot begnügen, nach welchen einzelne Körper, z. B. Cyan, bei der Verbrennung mehr Wärme entwickeln, als die sie zusammensetzenden Elemente.[2])

Die auf Versuche gegründeten Werthe von Scheurer-Kestner für die Verbrennungswärme der Steinkohlen blieben unangefochten, weil keine anderen Versuche vorhanden waren, und weil sich Versuchswerthe nur durch neue und bessere Beobachtungen corrigiren lassen. Gleichwohl muss ich constatiren, dass die Scheurer-Kestner'schen Werthe in der Praxis seither mit wenigen Ausnahmen kaum Eingang gefunden haben.

So standen die Dinge, als die Heizversuchsstation München im Jahre 1879 ihre Arbeiten begann. Ich will mich nicht weiter darauf einlassen, die Gründe zu entwickeln, welche dazu geführt haben, dem Versuchsapparate gerade die gewählte Einrichtung zu geben, und will nur anführen, dass derselbe im Grofsen und Ganzen als ein calorimetrischer Apparat betrachtet werden kann, in welchem die Brennstoffe in gröfserer Menge unter den natürlichen Verhältnissen verbrannt und in welchem die Wärme in den verschiedenen Formen ihres Auftretens ebenso wie in einem kleinen Calorimeter gemessen werden kann.

In dem festen Glauben an die Richtigkeit der Werthe von Scheurer-Kestner begann die Heizversuchsstation München ihre Arbeiten. Schon die Vorversuche zeigten, dass bei der Verbrennung der Kohlen so hohe Wärmebeträge, wie sie Scheurer-Kestner für die Brennstoffe gefunden, nicht erreicht werden konnten.

Nach sorgfältiger Erwägung aller Umstände, welche zu Wärmeverlusten Veranlassung geben konnten, wurden erneute Bestimmungen vorgenommen und — wie jeder gründliche

---

[1]) So giebt der Aethylalkohol C_2H_6O nach Favre und Silbermann 7184 W.-E. gegenüber der Dulong'schen Rechnung: 7214; oder Aethylen C_2H_4 nach Favre und Silbermann 11 858 W.-E. gegenüber der Rechnung nach Dulong 11 849 W.-E. Die höheren Glieder dieser Reihen von Alkoholen oder Kohlenwasserstoffen zeigen gröfsere Abweichungen.

[2]) Zu diesen Substanzen gehören unter anderen nach den Untersuchungen von Berthelot (Essai de Mechanique Chimique 1879) und C. von Rechenberg (Journal für praktische Chemie. Neue Folge 1880. Bd. 22) Benzol C_6H_6, Naphtalin $C_{10}H_8$ und Anthracen $C_{14}H_{10}$. Dagegen geben die sauerstoffhaltigen Verbindungen weniger Wärme als die freien Elemente und weniger als die Rechnung von Scheurer-Kestner erwarten liefse, nämlich Phenol 7908 W.-E., gegen 8407 W.-E. nach Scheurer-Kestner, und Anthrachinon 7198 W.-E. gegen 7851 W.-E. nach Scheurer-Kestner (7190 W.-E. nach Dulong).

Beobachter seinen eigenen Resultaten mit einem gewissen Misstrauen gegenüberstehen muss, um Vorurteile zu besiegen — so wurde jede Möglichkeit berücksichtigt, welche einen Ausgleich zwischen den Werthen von Scheurer-Kestner und unseren Beobachtungen herbeiführen konnte. Je weiter die Versuche vorrückten, um so deutlicher zeigte sich, dass unsere Heizwerthe mit den Versuchen von Scheurer-Kestner nicht in Einklang zu bringen waren. Eine Reihe von mehr als 300 Heizversuchen wurden seither ausgeführt, über 50 Brennstoffe wurden unter den verschiedensten Bedingungen verbrannt: mit langflammiger und kurzflammiger Feuerung, mit grofsem und kleinem Luftüberschusse, bei mehr oder minder vollkommener Verbrennung, und es bestätigte sich nur immer wieder die Thatsache, dass die nach Scheurer-Kestner's Versuchen erwartete Wärmemenge nicht gefunden werden konnte — dass soviel Wärme überhaupt nicht vorhanden war. Wir erhielten für die Verbrennungswärme der von uns untersuchten Brennstoffe Werthe, welche zum Theil sehr nahe mit der Dulong'schen Formel übereinstimmen, zum Theil nach oben, zum anderen Theil nach unten nicht unerheblich abweichen. In keinem Fall aber erhielten wir Werthe, welche denen Scheurer-Kestner's entsprechen.

Der Gegensatz zwischen unseren Versuchen im Grofsen und den calorimetrischen Versuchen im Kleinen blieb uns selbstverständlich nicht verborgen; wir begnügten uns, die Gegensätzlichkeit zunächst zu constatiren, im festen Vertrauen auf die Richtigkeit unserer Beobachtungen und auf den Satz, dass nur Thatsachen entscheiden. Es musste natürlich unsere Aufgabe sein, diesen Gegensatz so weit als möglich aufzuklären; allein wiederholte gründliche Studien der Arbeiten von Scheurer-Kestner gaben uns nur Vermuthungen an die Hand, aus denen sich ein Plus von Wärme erklären liefs, jedoch keine thatsächlichen Beweise.

Die calorimetrische Untersuchung der von uns untersuchten Kohlen nach einer zuverlässigen Methode schien geeignet, in diesen Zwiespalt Licht zu verbreiten und es fand sich die günstigste Gelegenheit, dass Hr. Prof. Stohmann an der Universität in Leipzig, welcher die Frankland'sche Methode in den letzten Jahren ausgebildet und sie auch für die Untersuchung von Brennstoffen anwendbar gemacht hat, sich bereit erklärte, Proben der Brennstoffe, für welche wir in der Versuchsanlage den Heizwerth bestimmt, einer calorimetrischen Untersuchung zu unterwerfen.

Nach mehr als Jahresfrist bin ich durch die Gefälligkeit des Hrn. Professor Stohmann in den Besitz einiger Resultate der calorimetrischen Versuche gekommen, die ich, soweit sie sich auf Steinkohlen, namentlich die auch von Scheurer-Kestner untersuchten Saarkohlen beziehen, in der hier folgenden Tabelle mittheile:

Bezeichnung der Kohle	Heizwerth der Kohlen (brutto)			
	Stohmann	Heizversuchs-Station München	Differenz	
	W.-E.	W.-E.*)	W.-E.	pCt.
Dudweiler	7696	7598	— 98	— 1,3
St. Ingbert	7654	7623	— 31	— 0,4
Mittelbexbach No. III	7198	7050	—148	— 2,0
Louisenthal	6880	6650	—230	— 3,3
Friedrichsthal	7155	7000	—155	— 2,1
Thurn & Taxis	7000	6767	—233	— 3,3
Gelsenkirchen Gasflammkohle	7390	7546	+156	+ 2,0
Gelsenkirchen Locomotivkohle	7833	7920	+ 87	+ 1,1
Oberschles. Kohle Königsgrube Sattelflötz	7136	7027	—109	— 1,5

*) corrigirte Werthe.

Zu dieser Tabelle muss ich bemerken, dass zu den calorimetrischen Bestimmungen der Hrn. Stohmann Mengen von 1 bis 2g der von uns aus etwa 100 Ctr. der in der Station verheizten Kohlen gezogenen Durchschnittsproben gedient haben. Da nun selbst bei vorsichtiger Probenahme Abweichungen im Aschengehalt von 2 bis 3 pCt. nicht selten sind, so liegen die hier beobachteten Differenzen im Heizwerth vollständig innerhalb der Fehlergrenzen. Für die Berechnung der Resultate sind die Elementar-Analysen der Heizversuchs-Station zu Grunde gelegt, ohne dass die Proben einer erneuten Analyse unterzogen wurden. Die von Professor Stohmann im Calorimeter gefundenen Verbrennungswärmen und die Heizwerthe der Münchener Station zeigen hiernach in diesen 9 aufgeführten Fällen die denkbar gröfste Uebereinstimmung. Eine gröfsere Uebereinstimmung müsste dem Zufalle zugeschrieben werden.

Hr. Professor Stohmann schreibt mir bei Mittheilung der Resultate wie folgt:

»Sie ersehen aus den Zahlen, dass wir in manchen Fällen übereinstimmende Werthe mit Dulong, in anderen Fällen aber sehr abweichende erhalten, und zwar nach beiden Seiten hin, bald höhere, bald geringere. So hohe Zahlen wie Scheurer-Kestner haben wir nie bekommen und so weit ich sie bis jetzt habe vergleichen können, nähern sich unsere Zahlen sehr den Ihrigen.«

Würden diese Thatsachen schon ausreichen, im Zweifelsfalle die Werthe der Heizversuchsstation München gegenüber denen von Scheurer-Kestner für richtig zu erklären, so kann ich nicht umhin, den letzteren selbst zum Zeugen gegen die Richtigkeit seiner früher erhaltenen Werthe aufzurufen. Scheurer-Kestner hat nämlich aufser den Brennstoffen, welche Hr. Lüders anführt, noch andere Steinkohlen im Calorimeter verbrannt. Die Mittheilungen hierüber finden sich in den Annales de Chimie von 1874, und zwar sind dies die letzten mir bekannt gewordenen Untersuchungen. Dieselben beziehen sich — ich möchte sagen fast zufälliger Weise — auf 4 verschiedene Brennstoffkategorien: 1. eine anthracitische Kohle; 2. eine Kohle mit kurzer Flamme und 3. eine Flammkohle, endlich 4. eine böhmische Braunkohle. Die Resultate dieser Untersuchungen sind in der folgenden Tabelle enthalten.

1	2	3	4	5
Bezeichnung der Kohlen	Scheurer-Kestner beobachtet W.-E.	Dulong berechnete W.-E.	Differenz W.-E.	Differenz Procent bezogen a. d. beobachteten Werthe
Grouchefsky Anthracit	8259	8189	— 70	0,84
Miouky Fettkohle	8695	8767	+ 72	0,83
Goloubofsky Flammkohle	8021	7900	—121	1,51
Böhmische Fettkohle	7924	8387	+463	5,84

Diese Zusammenstellung zeigt, dass die im Calorimeter gefundenen Verbrennungswärmen in den ersten drei Fällen fast genau mit der Dulong'schen Formel übereinstimmen, jedenfalls erheblich unter den früheren Werthen bleiben und also zu demselben Ergebnis inbezug auf den Heizwerth der Kohlen führen, wie die Resultate der Heizversuchsstation München und die calorimetrischen Versuche von Stohmann.

Ich glaube somit den vollgültigen Beweis für die Richtigkeit erbracht zu haben, wenn ich eingangs sagte, dass genau das Gegentheil von der Behauptung des Hrn. Lüders in der kritischen Abhandlung richtig ist, nämlich:

»Der heutige Stand der Wärmelehre lässt uns keine Wahl zwischen den Resultaten von Scheurer-Kestner und denen der Heizversuchs-Station München übrig. Wir sind genöthigt, die letzteren für richtig, Scheurer-Kestner's Werthe aber für zu hoch zu erklären.«

Ich füge hinzu: die Heizversuchsstation München hat mit einer bisher weder im Grofsen noch im Kleinen erreichten Annäherung und Sicherheit den Gesammt-Heizwerth der Brennstoffe ermittelt.

Wenn die Heizversuchs-Station, wie ich nun aufser Zweifel gestellt zu haben glaube, nur dies eine Resultat erreicht und den totalen Heizwerth richtig bestimmt hat, so hat sie ihre hauptsächlichste Aufgabe erfüllt und dem Zwecke gedient, der in erster Linie zu ihrer Errichtung Veranlassung gegeben kat. Die Opfer an Geld und Arbeitskraft sind nicht zu hoch, um dieses für die Praxis eminent wichtige Resultat zu erreichen.

Der Nachsatz an der citirten Stelle der Kritik: Die Münchener Heizwerthe seien unrichtig, »gerade weil sie mit der Dulong'schen Formel übereinstimmen,« veranlasst mich, noch etwas näher auf den Werth der Dulong'schen Formel einzugehen.

Zunächst möge eine Vergleichung einiger der Münchener Werthe mit den nach der Dulong'schen Formel berechneten hier Platz finden.

Bezeichnung der Kohle	Heizversuchs-Station München		Differenz	
	beobachtet W.-E.	berechnet nach Dulong W.-E.	W.-E.	Procent der beobachteten Werthe
Dudweiler	7801	7938	— 137	— 1,76
König Ia	7286	7528	— 242	— 3,32
Friedrichsthal	7047	7079	— 32	— 0,45
Ziehwald IIa	6728	7021	— 293	— 4,36
Louisenthal	6678	6733	— 55	— 0,82
Griesborn	6075	5910	+ 165	+ 2,72
Bonifacius bei Gelsenkirchen	7582	7815	— 233	— 3,07

In dieser Zusammenstellung finden sich Kohlen, welche, übereinstimmend mit den Beobachtungen von Stohmann, um etwa 4 pCt. hinter der Rechnung zurückbleiben. Allein man wird die Dulong'sche Formel, wie früher bemerkt, überhaupt nur als eine rohe Annäherung betrachten dürfen, welche in vielen Fällen sehr schätzenswerthe Anhaltspunkte liefert, in keinem Fall aber als Kriterium für die Richtigkeit oder Unrichtigkeit eines Versuchswerthes dienen kann. Um dies näher auszuführen, muss ich daran erinnern, dass die Dulong'sche Formel sich auf die Elementar-Analyse stützt, also zunächst mit allen denjenigen Fehlern behaftet sein wird, welche aus der Kleinheit der Probe resultiren (z. B. Wechsel im Aschen- und Wassergehalt). Hierzu kommt noch die Schwierigkeit, bei einigermafsen gröfserem Aschengehalte die Elementar-Bestandtheile vollkommen scharf zu bestimmen. Durch diese der Untersuchung z. Z. unvermeidlich anhaftenden Fehler ergiebt sich, wie eine einfache Rechnung zeigt, dass selbst bei genauer Analyse die Schwankungen im Wasserstoff- oder Sauerstoff-Gehalt ein Plus oder Minus von 100 bis 150 W.-E. bei der Berechnung nach Dulong zulassen. Dazu kommt noch, dass die Kohlen aufser Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff noch andere Bestandtheile, z. B. Stickstoff und fast ausnahmslos Schwefel enthalten, welche beide Bestandtheile bei der Näherungsformel von Dulong, wie allgemein üblich, aufser Acht bleiben. Wie erheblich diese Umstände den Werth der Dulong'schen Formel beeinträchtigen können, zeigt sich daraus, dass die Rechnung um 200 bis 300 W.-E. mehr oder weniger ergiebt, je nachdem man den Schwefel, der in manchen Kohlen bis zu 5 und 7 pCt. betragen kann, berücksichtigt oder aufser Acht lässt.[1])

Immerhin zeigen die Resultate der Heizversuchsstation München, dass man in vielen Fällen, wo es auf eine genaue Kenntnis des Heizwerthes nicht ankommt, oder wo anderweitige Verluste (Strahlung und Leitung, schwierige Erreichung des Beharrungszustandes) mit weit gröfseren Beträgen auftreten wie bei Untersuchung gewöhnlicher Kesselfeuerungen, sich der Dulong'schen Formel mit Vortheil bedienen kann, ohne sich allzuweit von der Wahrheit zu entfernen und ohne das Resultat, wie es nach den Versuchen von Scheurer-Kestner scheint, ganz in Frage zu stellen. Die Heizwerthbestimmungen der Brennstoffe in der Versuchsanlage werden dadurch nicht überflüssig, sondern gewinnen erst ihre richtige praktische Bedeutung.

[1]) Da der Schwefel bei den calorimetrischen Verbrennungen meist zu Schwefelsäure verbrannt wird, in der Versuchsstation und bei der gewöhnlichen Verbrennung in atmosphärischer Luft aber nur zu Schwefligsäure, so ist hier eine der Ursachen gegeben, welche bei den calorimetrischen Bestimmungen zu höheren Werthen führen können.

Man könnte nun mit Hrn. Lüders einwerfen, dasselbe Resultat, die richtige Bestimmung des Heizwerthes der Brennstoffe, hätte auch erreicht werden können ohne das »Riesenspielzeug« der Versuchsanlage, allein durch eine weitere Ausbildung der calorimetrischen Methoden von Favre und Silbermann oder, wie es durch Stohmann geschehen, von Frankland.

Dieser Auffassung muss ich auf das entschiedenste widersprechen; wenn irgendwo, so waren gerade auf dem Gebiete der Brennstoffe rationelle Versuche im Grofsen zur Nothwendigkeit geworden. Nur dadurch, dass mit der Bestimmung der Verbrennungswärme, des totalen Heizwerthes der Brennstoffe, auch deren praktische Leistung ermittelt wurde, haben diese Werthe denjenigen positiven, realen und praktischen Hintergrund, durch den sie allein ein Anrecht besitzen, in der Praxis als Mafsstab für die Werthbestimmung im Gebrauche und Verkehre mit Brennstoffen zu gelten. Gegen einen im Calorimeter gefundenen, selbst mit aller wissenschaftlichen Genauigkeit ermittelten Heizwerth wird sich die Praxis stets ablehnend verhalten. Und das mit Recht, denn es fehlt das Bindeglied, welches das wissenschaftliche Ergebnis mit der Praxis verknüpft. Wird aber durch Versuche, wie an der Münchener Station, gezeigt, dass von dem totalen Heizwerth ein bestimmter, je nach Umständen, wechselnder Theil verwerthet, ein anderer Theil, genau wie bei jeder anderen Feuerung, durch Aschenfall, in den Rauchgasen, mit Russ u. s. w. verloren wird, so wohnt diesem Resultat eine Ueberzeugungskraft für den Praktiker inne, die eine abstract wissenschaftliche Beobachtung unmöglich besitzen kann.

Würde die Heizversuchsstation München, wie Hr. Lüders vorschlägt, dem von Scheurer-Kestner gezeigten Wege gefolgt sein, hätte sie den totalen Heizwerth der Brennstoffe im kleinen calorimetrisch bestimmt und die praktische Ausnutzung in einer beliebigen Dampfkesselanlage ermittelt, so wäre die Kluft zwischen Theorie und Praxis, zwischen wissenschaftlichem Ergebnis und praktischer Consequenz nicht ausgefüllt worden.

Zu welchen verhängnisvollen Irrtümern eine solche Einseitigkeit, eine solche Vernachlässigung der praktischen Prüfung und Bestätigung wissenschaftlicher Deductionen führt, möchte ich Ihnen ebenfalls an den Versuchen von Scheurer-Kestner und Meunier-Dollfus zeigen.

Dieselben Kohlen, von welchen Scheurer-Kestner kleine Durchschnittsproben im Calorimeter verbrannte, wurden in der Fabrik von Hrn. Ch. Kestner unter einem Dampfkessel verheizt. Bei diesen Verdampfungsversuchen wurde durch Beobachtungen über die Zusammensetzung der Rauchgase, der Abgangstemperatur u. s. w. die Gröfse der Wärmeverluste festgestellt.

Auf rohe Kohle bezogen wurden im Mittel aus sämmtlichen Versuchen folgende Werthe erhalten:[1])

Wärmevertheilung:

Wärme im Dampf			61,0 pCt.
Verluste	Wärme in den heifsen Gasen	5,50	15,5 »
	» in der Asche	1,30	
	» in den unverbrannten Gasen	5,30	
	» im Russ	0,30	
	Wasserdampf in den Rauchgasen	2,50	
Nicht nachgewiesener Verlust durch Mauerwerk			23,5 »
			100,0 pCt.

[1]) Scheurer-Kestner. Sur la combustion de la houille, p. 210.

Die letzte Ziffer, der durch Differenz gegen den calorimetrisch bestimmten Heizwerth ermittelte »Verlust der Anlage durch Strahlung und Leitung = 23,3 pCt.« ist in der Abhandlung mit einem Sternchen versehen; die dazu gehörige Anmerkung lautet[1]):

> »Wir glauben, für diejenigen Personen, welche von der Gröſse dieses Verlustes überrascht sind, auf die enorme ausstrahlende Oberfläche des Mauerwerkes, welches den Versuchskessel einhüllte, aufmerksam machen zu müssen: diese Fläche betrug mehr als 120qm.«

Zur Erläuterung will ich hinzufügen, dass der verwendete Kessel ein sogenannter Bouilleurkessel mit 3 Siederöhren und 6 Vorwärmern von zusammen 111qm Heizfläche war.

M. H. Ich glaube nicht, dass durch diese eben citirte Anmerkung die Bedenken über die Gröſse dieses Verlustes beseitigt werden können. Die strahlende Fläche des schlecht wärmeleitenden Mauerwerkes betrug nur wenig mehr als die gutleitende Heizfläche des Kessels, und doch soll mehr als der dritte Theil der abgegebenen Wärme seinen Weg durch das Mauerwerk genommen und nicht an die Heizfläche des Kessels übergegangen sein? — Ich glaube vielmehr die Erklärung für diese überraschende Erscheinung darin finden zu müssen, dass, wie vorhin erwähnt, die Verbrennungswärme der Kohle im Calorimeter zu hoch bestimmt wurde; dadurch wurde die Differenz der im Kessel gefundenen Wärme gegenüber dem calorimetrischen Werth um den ganzen Betrag der zuviel gefundenen Wärme vergröſsert und somit dem Mauerwerk ein Verlust von Wärme aufgebürdet, der in Wirklichkeit gar nicht vorhanden war.

Aus diesem Ergebnisse haben die Herren Scheurer-Kestner und Meunier-Dollfus auch die praktischen Consequenzen gezogen; sie kamen zu dem Schlusse, dass durch eine bessere Verbrennung, durch eine zweckmäſsige Gestaltung der Feuerungseinrichtungen ein erheblicher Vortheil beim Dampfkesselbetriebe nicht zu erreichen, dass vielmehr hauptsächlich durch verbesserte Einmauerung, durch Anwendung von Isolirschichten, am besten aber durch Innenfeuerung ein Fortschritt zu erzielen sei.

Die Praxis hat sich diese Schlüsse nur theilweise zu eigen gemacht, und Scheurer-Kestner selbst hat einige Jahre später die Gasfeuerung von Müller-Fichet als einen rationellen Fortschritt bei Kesselheizungen begrüſst, trotzdem, dass durch die Anlage eines Generators gerade das Gegentheil von einer Innenfeuerung geschaffen und die Verluste durch Strahlung und Leitung dadurch noch sehr erheblich vermehrt werden.

M. H. Wenn ich die Versuche von Scheurer-Kestner und Meunier-Dollfus einer eingehenden Kritik unterzogen habe, so liegt es mir fern, den wahren Werth ihrer Arbeiten verkleinern oder etwa gar mich dem eingangs citirten Urtheile des Hrn. Schinz anschlieſsen zu wollen.

Ich persönlich gestehe gern, aus den Arbeiten von Scheurer-Kestner und Meunier mehr gelernt zu haben, als aus allen übrigen Versuchen zusammen, und ich habe wiederholt öffentlich erklärt, dass wir bei unseren Untersuchungen an die werthvollen Arbeiten der letzteren angeknüpft haben und von Hrn. Scheurer-Kestner in zuvorkommendster Weise dabei unterstützt worden sind. Freilich suchten wir die Mängel, von denen diese Versuche ebenso wenig wie alle anderen und wohl auch die unserigen frei sind, möglichst zu vermeiden. Wenn ich mich lediglich mit den letzteren beschäftigt habe, so hat dies ausschlieſslich darin seinen Grund, weil ich bemüht war zu zeigen, dass sich die Kritik des Hrn. Lüders gerade auf die schwachen Punkte der Scheurer-Kestner'schen Arbeiten stützt. Nachdem ich die Haltlosigkeit des Fundamentes, auf welchem die Kritik ruht, nachgewiesen habe, glaube ich die Haupteinwürfe gegen die Richtigkeit der Resultate der Heizversuchsstation beseitigt und die Existenzberechtigung derselben genügend dargethan zu haben.

[1]) Nous croyons devoir rappeler aux personnes que l'importance de cette perte ne manquera pas de frapper, l'enorme surface rayonnante présentée par les surfaces de maçonnerie qui enveloppent la chaudière d'essai: cette surface mesure plus de 120 mètres carrés.

Ich komme zu einem weiteren Abschnitte der Kritik, No. III, welcher sich mit den Verbrennungsbedingungen beschäftigt. Derselbe wird mit folgendem Satz eingeleitet:

> »Im allgemeinen kennen wir diese Bedingungen vollständig: sie sind theoretisch leicht zu entwickeln und die Praxis hat, wenn auch zum Theile langsamer als man hätte glauben sollen, die theoretischen Sätze sich zu eigen gemacht.«

Die sich in der Kritik hieran schlieſsenden allgemeinen Bemerkungen, welche die wichtigsten Verbrennungsbedingungen umschreiben sollen, haben meines Erachtens einen sehr geringen Werth, so lange man nicht bestimmte Gröſsen für den Einfluss verschiedener Verbrennungsbedingungen festgestellt und den theoretischen Schlussfolgerungen auch einen praktischen Hintergrund gegeben hat, sei es zunächst auch nur für einen ganz bestimmten Fall, etwa für die Versuchsanlage der Münchener Station.

Soweit ich nun die Literatur über Heizversuche oder Verwandtes kenne, ist vor Beginn der Arbeiten der Station kein einziger Heizversuch ausgeführt worden, welcher auch nur annähernd in gleicher Vollständigkeit die Einflüsse verschiedener Verbrennungsbedingungen erkennen lieſse. Sind diese Resultate auch zunächst nur auf die Versuchsanlage anzuwenden und nur innerhalb gewisser Grenzen übertragbar, so wird man denselben eine Bedeutung nicht absprechen können, zumal wenn man bedenkt, wie auſserordentlich mangelhaft unsere Kenntnisse in dieser Beziehung sind. Zum Beweise muss ich wiederholt darauf hinweisen, dass vor dem Beginne der Arbeiten der Heizversuchsstation überhaupt nur etwa 20 zuverlässige genaue Rauchgasanalysen vorhanden waren, von denen die meisten von Scheurer-Kestner herrühren; auf diese an einer einzigen, fast stets gleichmäſsig betriebenen Anlage gewonnenen Erfahrungen mit Ronchamp- und Saarkohle stützte sich der beste Theil unserer Kenntnisse über die Verbrennungsvorgänge bei Dampfkesselfeuerungen.

Ich gebe gerne zu, dass während der letzten Jahre die Untersuchung der Rauchgase und die Kenntnis der Verbrennungsbedingungen erfreuliche Fortschritte gemacht hat. Allein bei allen diesen Untersuchungen ist mit verschwindenden Ausnahmen nur eine ungefähre Bestimmung der Zusammensetzung der Rauchgase, namentlich des verbrennlichen Theiles derselben mit dem Orsat-Apparat oder Büretten ausgeführt worden, wie das der Natur der Sache nach kaum anders sein kann. Dadurch werden aber Untersuchungen nach wissenschaftlich genauen Methoden, wie sie auf der Heizversuchsstation durchgängig ausgeführt werden (nicht mit dem Orsat-Apparate, wie es in der Kritik heiſst), nicht überflüssig, sondern erst recht nothwendig.

Um Ihnen einen Beweis von der Mangelhaftigkeit unserer Kenntnisse über die Verbrennungsbedingungen zu geben, könnte ich die ganze neuere und neueste Literatur über Wärmetechnik und Heizungswesen citiren; ich will mich jedoch darauf beschränken, ein Citat anzuführen, welches aus Dingler's polytechn. Journal in ein im Vorjahre, 1881, erschienenes, sonst höchst interessantes, die Feuerungsfrage vom wissenschaftlichen Standpunkte aus behandelndes Broschürchen übergegangen ist. Dasselbe lautet:

> »Nach mehr als 370 Versuchen an 42 verschiedenen Schornsteinen (in England) enthält die Luft von einer gut geführten Feuerung« u. s. w. . . »die Menge der Kohlensäure beträgt etwa 8 pCt., der Sauerstoff ungefähr 9 pCt., das Kohlenoxyd ungefähr 8 pCt. u. s. w.«

M. H! So lange es möglich ist, ohne Anstoſs zu erregen, solche Anschauungen über den Zustand gut geführter Feuerungen in wissenschaftlichen Schriften und technischen Journalen zu verbreiten, werden exacte Untersuchungen der Rauchgase einer unter wechselnden Verhältnissen arbeitenden Feuerungsanlage nicht überflüssig sein, und jeder bescheidene Beitrag, wie ihn die Heizversuchsstation München in mehr als 200 Versuchen geliefert hat, sollte auf einige Anerkennung rechnen dürfen.

Selbstverständlich können durch die Untersuchungen auf der Station die Bedingungen nur unter verhältnismäſsig beschränkten Verhältnissen studirt werden und Untersuchungen

anderer Anlagen werden dadurch nicht überflüssig. Die Station hat es sich auch angelegen sein lassen, in dieser Richtung thätig zu sein, und sie hat während der letzten Jahre eine Anzahl solcher Versuche an verschiedenen Feuerungen (Ten Brink, Gasfeuerung u. s. w.) zur Ausführung gebracht.

Der Hauptwerth der an der Versuchsanlage ausgeführten Versuche über die Verbrennungsbedingungen liegt jedoch meiner Ansicht nach darin, dass der Einfluss derselben auf die Ausnutzung der Brennstoffe unmittelbar constatirt werden kann. Auf diesen praktischen Beweis von der Wichtigkeit des Einflusses der Verbrennungsbedingungen auf die Ausnutzung des Heizwerthes lege ich den gröfsten Werth. Durch Rauchgasanalysen an beliebigen Feuerungsanlagen allein kann ein solcher Einblick in die Wirkung verschiedener Verbrennungsbedingungen nicht gewonnen werden; selbst wenn dieselben mit Effectbestimmungen verbunden sind, kann in vielen Fällen ein solcher Nachweis mit genügender Sicherheit nicht geführt werden, da die wechselnden, uncontrolirbaren Verhältnisse der Anlage: Beharrungszustand des Mauerwerkes, Strahlung und Leitung u. s. w. einen zu grofsen Einfluss ausüben, die Unterschiede verwischen und die Beurteilung erschweren.

Nachdem ich die Hauptpunkte in der Kritik des Hrn. Lüders besprochen und widerlegt, darf ich über die untergeordneteren Einwürfe, welche sich auf die Einrichtung der Station beziehen, schneller hinweggehen.

Zunächst kann ich nicht umhin, mein Bedauern darüber auszusprechen, dass Hr. Lüders die vor der Drucklegung der fraglichen Kritik von der Heizversuchsstation ihm zur Verfügung gestellten genaueren Informationen über die Anlage und den Betrieb derselben abgelehnt hat. Es würden dadurch manche Anstände von vornherein gehoben und manche Missverständnisse aufgeklärt worden sein, deren Discussion vor der Oeffentlichkeit nicht das geringste Interesse besitzt und die nur geeignet sind, die Heizversuchsstation und ihre Arbeiten vorübergehend in ein schiefes Licht zu stellen. Andererseits hätte sich Hr. Lüders überzeugt, dass ein grofser Theil der von ihm als wünschenswerth bezeichneten Versuche und Controlen seit langer Zeit durchgeführt und seinen Vorschlägen wenigstens theilweise entsprechende Veränderungen der Anlage bereits verwirklicht sind. Durch eine solche gegenseitige Aufklärung hätte meines Erachtens die Kritik nichts an ihrem Werthe verloren.

Was zunächst die Bemerkung betrifft, dass bei den Abkühlungsversuchen der obere kältere Kessel mehr Wärme pro Quadratmeter Fläche verlor als der wärmere untere — ein Verhalten, das Hr. Lüders auf einen Beobachtungsfehler zurückführen zu müssen glaubt — so genügt es darauf hinzuweisen, dass der obere Kessel mit einem nicht umhüllten Dome (der seitdem eingehüllt wurde) versehen war, um dieses Verhalten auf die natürlichste Weise zu erklären. Die Bestimmung dieser und anderer Constanten der Anlage ist seit jenen ersten Versuchen wiederholt vorgenommen worden. Eine öftere Wiederholung dieser Versuche wurde, abgesehen von der Controle, schon dadurch nothwendig, weil die Anlage zweimal mit neuer Wärmeschutzmasse bekleidet wurde; wären Fehler auch in den ersten Bestimmungen vorhanden gewesen, so würden dieselben durch spätere Beobachtungen eliminirt worden sein.

Als vollständig verfehlt muss ich den Versuch bezeichnen, die Abweichungen unserer Heizwerthe von den zu hohen Werthen Scheurer-Kestner's aus den Erwärmungsverhältnissen des Feuerherdes zu erklären. Hr. Lüders vergisst dabei ganz, dass eine grofse Anzahl von Brennstoffen sowohl in der kurzflammigen als mit der langflammigen Feuerung verbrannt wurde; bei den Versuchen der ersten Art war aber mehr als die Hälfte des ganzen Steingewichtes entfernt und der Rest hatte eine erheblich niedrigere Temperatur, als bei der Rechnung vorausgesetzt wird. Dagegen gebe ich gerne zu, dass die Ausmauerung des Feuerherdes die Schwierigkeiten bei der Heizwerthsbestimmung der Brennstoffe sehr vergröfsert und namentlich in der ersten Zeit der Versuche, so lange die Einflüsse desselben weniger bekannt waren, die Uebereinstimmung der Resultate gestört und manche Versuche unbrauchbar gemacht hat, bei denen der Beharrungszustand[1]) nicht vollständig erreicht wurde. In den Berichten ist wiederholt auf diese durch die Herdausmauerung veranlassten Schwierigkeiten hingewiesen worden. Ich gebe ferner zu, dass durch die wechselnde Beschaffenheit der Ausmauerung des Herdes und die öftere Veränderung derselben die Uebersichtlichkeit und Vergleichbarkeit der Resultate bezüglich der Wärmeausnutzung sehr erschwert werden. Die Gröfse dieser Einflüsse auf die Bestimmung des Heizwerthes ist jedoch von Hrn. Lüders entschieden überschätzt worden; wären sie richtig, welches Resultat könnte man von Versuchen an gewöhnlichen Feuerungsanlagen erwarten, gegen deren Einmauerung die Ausstellung des Feuerherdes der Versuchsanlage kaum in Betracht kommt? Immerhin haben wir dieses Verhalten des Feuerherdes unausgesetzt im Auge behalten, die Vorgänge im Mauerwerke durch Wärmemessungen und pyrometrische Beobachtungen controlirt und zahlreiche Versuche angestellt, um über die Gröfse dieser Einflüsse ein Urteil zu gewinnen[2]). Besser noch als der von Hrn. Lüders citirte Versuch mit Saarkohle, bei welchem 20 Stunden vorgeheizt wurde, zeigen zwei unmittelbar nach einander angestellte Versuche mit Koks (No. 153 und 154) mit sehr verschiedenem Kohlensäuregehalt der Rauchgase (13,8 pCt. und 8 pCt., Anfangstemperatur etwa 1100° C. im ersten Falle gegen 1850° C. im zweiten), dass der Versuch des Hrn. Lüders, die Divergenz unserer Resultate gegenüber denen Scheurer-Kestner's aus den Erwärmungsverhältnissen des Feuerherdes zu erklären, völlig unhaltbar ist.

Wenn man nun auch über die mehr oder minder zweckmäfsige Construction des Feuerherdes verschiedener Ansicht sein kann, so wird man doch nicht vergessen dürfen, dass die Einrichtung desselben mehr oder weniger durch den Umstand bedingt war, dass die zur Untersuchung gelangenden Brennstoffe auf einem Planroste verbrannt werden sollten. Ob ein schiefer Rost, wie etwa bei einem Ten-Brink-Apparate, bei allen in Süddeutschland zur Verwendung kommenden Brennstoffen, deren Untersuchung die erste Aufgabe der Station war, anwendbar sei, war vor Beginn der Versuche noch nicht constatirt und scheint mir auch jetzt noch fraglich; jedenfalls würden die Verbrennungsbedingungen bei einem schiefen Roste ganz andere gewesen sein, als bei der weit überwiegenden Zahl von Feuerungen, bei welchen ausschliefslich Planroste verwendet werden.

Seit Jahren hatte die Heizversuchsstation die Aufstellung eines Ten-Brink-Apparates an Stelle des Feuerherdes in Aussicht genommen. Abgesehen von anderen Fragen, welche sich an die Untersuchung dieser interessanten und immer weitere Verbreitung gewinnenden Feuerungseinrichtung knüpfen, war es auch der Umstand, dass sich mit Hülfe derselben das fast unvermeidliche Mauerwerk des Herdes auf ein Minimum beschränken lässt, welcher zur Aufstellung eines Ten-Brink-Apparates Veranlassung gab. Dank der opferwilligen Unterstützung des Hrn. Ten-Brink und einiger anderer Interessenten ist denn auch die Versuchsanlage seit mehreren Monaten mit einem Ten-Brink-Apparate versehen, und wir hoffen demnächst in der Lage zu sein, Versuche in dieser Richtung zu veröffentlichen.

Was die Zahlenvergleiche angeht, welche sich in der Kritik an die Betrachtungen über die Wärmeverhältnisse des Herdes schliefsen, so will ich mich nicht dabei aufhalten,

[1]) Als Kriterium für den Eintritt des Beharrungszustandes ist in den Berichten wiederholt angegeben, dass das ablaufende Calorimeterwasser eine constante Temperatur zeigte. Die Correction von 40000 W.-E. in dem Rechnungsbeispiele rührt allerdings davon her, dass das Wasser im Herde anfänglich heifser war als am Schlusse. Dies ist darauf zurückzuführen, dass vor Beginn des Versuches kein Wasserdurchfluss stattfand, um durch die Abkühlung den Eintritt des Beharrungszustandes nicht zu verzögern. Diese Manipulation wurde später nicht mehr ausgeführt, um schon beim Beginn ein Urteil über den Eintritt des Beharrungszustandes zu haben.

[2]) Diese Versuchsergebnisse in graphischen Darstellungen wurden vorgelegt. Dieselben können auf allgemeines Interesse kaum Anspruch machen und ist deshalb ihre Publikation unterblieben.

da hier offenbar einige erhebliche Irrtümer [1]) unterlaufen sind.

Wenn ich vorhin anführte, dass einem in der Kritik von Hrn. Lüders ausgesprochenen Wunsche durch Aufstellung eines Ten-Brink-Apparates bereits seit längerer Zeit zum voraus entsprochen worden ist, so kann ich dasselbe mittheilen bezüglich der Bestimmung des Wassergehaltes im Dampfe, auf welche Hr. Lüders so grofsen Werth zu legen scheint. Bereits vor einigen Jahren, kurz nach der Eröffnung der Station, wurden auf meine Veranlassung Einrichtungen getroffen, um gleichzeitig mit der Wärmemessung im Calorimeter auch die dem ersten Kessel zugeführte Speisewassermenge messen zu können. Seitdem wurden bei der Mehrzahl der Heizversuche derartige Bestimmungen ausgeführt, welche sowohl zur Controle als zur Bestimmung des Wassergehaltes in dem aus dem Hauptkessel kommenden Dampfe dienten. Wir hielten mit einer Veröffentlichung unserer darauf bezüglichen Beobachtungen zurück, einerseits weil dieselben gewissermafsen nur als Nebenproducte der Station aufgefasst werden können und andererseits weil dieselben, da an einem stehenden Röhrenkessel mit einer Ueberhitzungsfläche gewonnen, noch weit weniger einer Verallgemeinerung fähig sind als die Resultate der Rauchgasuntersuchungen, denen gerade in der Kritik nur ein sehr geringer Werth beigelegt wird. Wir werden nicht anstehen, die auf diese Verhältnisse bezüglichen Beobachtungen, soweit sie allgemeines Interesse beanspruchen können, seinerzeit zu veröffentlichen. Wir haben ferner Gelegenheit gehabt, an anderen Dampfkesseln die Bestimmung des mitgerissenen Wassers im Dampf auf chemischem Weg auszuführen; bis jetzt haben wir jedoch nicht die Ueberzeugung gewinnen können, dass diese Methode unter allen Verhältnissen zuverlässige Resultate liefert.

Im weiteren beschäftigt sich die Kritik mit der Bestimmung der Rauchgastemperatur zwischen den beiden Kesseln der Versuchsanlage, welche vor Beginn der Versuche in Aussicht genommen war und in mancher Beziehung sehr wünschenswerth gewesen wäre. Abgesehen davon, dass die Messung höherer Temperaturen, welche über der Grenze des Quecksilberthermometers liegen, zuverlässig nur mit dem Luftthermometer (was auf der Station auch zur Anwendung kam) ausgeführt werden kann, bestand eine andere kaum zu besiegende Schwierigkeit darin, dass die Gase an verschiedenen Stellen mit sehr verschiedener Temperatur die Rauchröhren des unteren Kessels verlassen und eine mittlere Temperatur an dieser Stelle kaum zu gewinnen ist. Offenbar vertheilen sich die Rauchgase in sehr ungleichmäfsiger Weise auf die einzelnen Rauchröhren, so dass selbst durch ein auf dem ersten Kessel liegendes Gitter die Gase an dieser Stelle nicht so gleichmäfsig gemischt werden können, wie es für die zuverlässige Bestimmung einer Mitteltemperatur erforderlich ist. Erst nach dem Durchgange durch die Röhren des zweiten Kessels und nach abermaliger Mischung und starker Abkühlung haben sich diese Unterschiede fast vollständig ausgeglichen.

Im Zusammenhange mit der Temperaturbestimmung und der Analyse der Rauchgase wird in der Kritik weiter der Einfluss besprochen, welchen der Umstand ausübt, dass in gleichen Zeiten ungleiche Mengen Rauchgase den Kessel verlassen, während die Berechnung einen gleichförmigen Durchfluss der Gase voraussetzt. Auf eine eingehende Discussion dieser Verhältnisse kann ich hier um so mehr verzichten, als Hr. Lüders denselben keinen entscheidenden Einfluss auf die Bestimmung des Heizwerthes beilegt; andererseits habe ich mich an anderer Stelle (Fresenius, Zeitschrift für analytische Chemie 1881, Bd. XX, S. 163 bis 178) ausführlich über dieses Thema verbreitet. Hier wird es genügen, anzuführen, dass die Untersuchung der Rauchgase nach den genauesten wissenschaftlichen Methoden ausgeführt und dass nichts unterlassen wurde, um möglichst vollkommene Durchschnittsproben zu gewinnen. Neben den verschiedensten Apparaten zum Absaugen der Rauchgase wurden Aspiratoren mit gleichförmigem Abflusse verwendet und bei den neueren Versuchen der durch den Aschenfall verlorene Kohlenstoff mit in Rechnung gezogen. So wünschenswerth auch eine directe Messung der dem Schornstein entströmenden oder dem Rost zugeführten Gase wäre und so freudig ich jeden praktisch durchführbaren Vorschlag nach dieser Richtung begrüfse, so muss ich auf Grund meiner Erfahrungen bezweifeln, ob die von Hrn. Lüders vorgeschlagenen Pumpen uns dem Ziele näher führen würden.

Der IV. Abschnitt der Kritik beschäftigt sich mit Vorschlägen zur Verbesserung der Einrichtungen der Station, und ich erkenne darin mit Freuden, dass Hr. Lüders die Existenzberechtigung derselben, wenn auch unter öfterem Widerspruch, anerkennt. Nicht das allein. Nachdem ich in vorstehendem gezeigt, dass der gröfste Theil der Verbesserungsvorschläge: zweckmäfsiger Herd, calorimetrische Untersuchungen, Bestimmung des Wassergehaltes im Dampfe, bereits zum voraus erfüllt, so muss ich auch das in der Kritik an diese Bedingungen geknüpfte Urteil für die Station in Anspruch nehmen, »dass sie werthvolle Resultate schaffen kann.« Ich darf sogar mit Scheurer-Kestner hinzufügen, »dass auch ihre bisherigen Arbeiten nicht ohne Nutzen gewesen sind.«

Was die weiteren Verbesserungsvorschläge betrifft, so muss ich zunächst bekennen, dass ich weit entfernt bin, weder die Anlage der Station noch einzelne Methoden für ganz vollkommen und unverbesserlich zu halten; neben den zum Theil theuer erkauften Erfahrungen, welche wir im Laufe der Versuche uns zu Nutzen gemacht haben, werden wir auch die Rathschläge anderer stets dankbar anerkennen und zum Nutzen der Station verwerthen. Nur möchte ich zu bedenken geben, dass es für den Fernestehenden ohne genaueste Kenntnis der obwaltenden Umstände aufserordentlich schwierig ist, hier helfend einzugreifen — fast ebenso schwierig, wie für einen Arzt, einen Patienten brieflich zu kuriren.

So wird uns in der Kritik (a) gerathen, den beiden bestehenden Kesseln noch einen dritten hinzuzufügen, um Studien über die Wärmetransmission anstellen zu können, und ferner den ersten Kessel um so viel zu verkürzen, dass er die gleiche Heizfläche wie der zweite und event. dritte Kessel besitzt. Hierzu ist zu bemerken, dass wir nach Aufstellung des Ten-Brink-Apparates eine solche dreitheilige Kesselanlage bereits besitzen und dass wir vorziehen, statt der vorgeschlagenen Verkürzung des unteren Kessels eine entsprechende Anzahl von Rauchröhren des ersten Kessels zu schliefsen, um die beiden Röhrenkessel auf gleiche Heizfläche zu bringen. Inbezug auf den zweiten Punkt (b), die Zuführung der Luft mittelst Pumpen, habe ich mich oben ausgesprochen. Anstatt der unter c) genannten »Ergänzung der Kesselanlage im grofsen durch eine solche im kleinen« besitzt die Heizversuchsstation eine mit den Condensatoren in Verbindung stehende Locomobile, mit welcher Versuche zur Entscheidung bestimmter Fragen, u. a. bezüglich des Wassergehaltes im Dampfe, vor einiger Zeit angestellt worden sind, und die sich wohl noch für andere Zwecke eignet. Nachdem uns endlich Hr. Prof. Stohmann in Leipzig, wie oben erwähnt, durch die calorimetrische Bestimmung der Verbrennungswärmen einiger Brennstoffe in so erfolgreicher und jedenfalls völlig unparteiischer Weise unterstützt hat, wird man auf den letzten Punkt der Verbesserungsvorschläge (d), die Einrichtung eines Laboratoriums zur calorimetrischen Ermittelung der Verbrennungswärmen, ein grofses Gewicht nicht mehr legen.

Ich bin am Schluss angelangt. Wollte ich alle in der kritischen Abhandlung vorgebrachten Bedenken ausführlich widerlegen, so müsste ich mich in Einzelheiten verlieren, deren öffentliche Discussion kaum ein Interesse besitzen würde. Zudem glaube ich ausführlich genug gewesen zu sein, um Sie zu überzeugen, dass die Kritik des Hrn. Lüders in allen wesentlichen Punkten unzutreffend und dass die Mängel der Station und die Unvollkommenheiten der Methoden und Re-

[1]) So heifst es unter anderem: »In einigen Fällen sind übrigens bei den Versuchen höhere Heizwerthe erhalten worden. . . . Die böhmische Kohle von Tremosna gab bei den Versuchen . . . . 6344 und 6317 gegen 6100« muss heifsen 6410 W.-E. nach Dulong; nach Scheurer-Kestner's Rechnung müssten mindestens 6838 W.-E. erwartet werden. Ferner »die bayerische Kohle aus Hausham gab 5676 u. s. w. gegen 5069 W.-E.« muss heifsen 5372 W.-E. nach Dulong; nach Scheurer-Kestner müssten mindestens 6179 W.-E. erwartet werden. Uebrigens gehört die Haushamer Kohle wie die übrigen oberbayerischen Kohlen zu den sehr schwefelreichen (s. oben) und ungleichmäfsigen, welche sich daher für die Vergleichung sehr wenig eignen.

sultate auf dasjenige Mafs zusammenschrumpfen, welches bei den meisten menschlichen Institutionen als zulässig erachtet wird. Dass wir uns selbst nicht für unfehlbar halten und diese Meinung auch nicht bei anderen zu erwecken suchen, das zeigt die arglose Publikation aller unserer Versuche, selbst derjenigen, welche gröfsere Abweichungen zeigen, als wir bei weiter fortgeschrittener Erkenntnis und Erfahrung selbst für zulässig halten.

»Es irrt der Mensch, so lang er strebt.« Wenn Sie von diesem Standpunkte aus die lange Reihe, namentlich auch der weniger gelungenen Versuche überblicken, so hoffe ich, dass Sie darin das ernstliche Streben nach Verbesserung und ein gewissenhaftes Suchen nach Wahrheit finden, welches im Laufe der Versuche nicht ohne Erfolg geblieben ist, und dem auch der Kritiker, dessen sachliche Haltung ich gerne zugebe, die Anerkennung nicht versagt hat. Allein auf diesem viel umstrittenen Felde der Heizversuche, auf dem sich die mannigfachsten Interessen kreuzen, ist mit einer einseitigen, verneinenden Kritik kein Fortschritt zu erreichen; es bedarf vielmehr der Schaffung neuer zuverlässiger Thatsachen, wie es vorerst auf einem begrenzten Gebiete durch die Heizversuchsstation München geschehen ist. Damit die Resultate dieser Versuche für die Praxis nutzbar gemacht und die Ziele der Station, über deren Bedeutung unter den Männern der Wissenschaft und der Praxis nur eine Stimme herrschen kann, immer vollständiger erreicht werden, bedarf es des lebendigen Zusammenwirkens aller betheiligten Kreise, und ich fordere Sie auf, in diesem Sinne auch ferner thätig zu sein.

München, im Mai 1882.

Dr. H. Bunte.

Die Entzuckerung der Rübenmelasse.

Von R. Schöttler, Privatdocent an der technischen Hochschule Hannover.

Der Saft der Zuckerrübe ist keine reine Zuckerlösung, er enthält vielmehr aufser Zucker noch eine Reihe anderer Substanzen theils organischer, theils anorganischer Natur, welche der Zuckertechniker in ihrer Gesammtheit mit dem Namen »Nichtzucker« zu bezeichnen pflegt. In der Rohzuckerfabrikation wird durch die Reinigungsarbeiten, die Scheidung (Behandlung mit Kalk), Saturation (Behandlung mit Kohlensäure) und Filtration (Behandlung mit Knochenkohle) ein grofser Theil dieser Nebenbestandtheile dem Safte entzogen, der andere Theil derselben aber bleibt darin zurück und bewirkt, dass aus dem gereinigten und eingedickten Safte, der »Füllmasse«, nicht aller Zucker sich in Krystallform ausscheidet; man erhält vielmehr stets einen dickflüssigen, aus Wasser, Zucker und Nichtzucker bestehenden Rückstand, die »Melasse«. Streng genommen hat man also mit diesem Namen nur den letzten Syrup, aus welchem durch die Verfahrungsweisen der Rohzuckerfabrikation durchaus kein Zucker in Krystallform mehr abgeschieden werden kann, zu bezeichnen — in der Praxis erscheint es selten vortheilhaft, die Abscheidung des krystallisirten Zuckers bis zur äufsersten Grenze zu treiben, so dass die meisten in den Handel kommenden Melassen eigentlich Syrupe sind, welche noch geringe Mengen davon enthalten.

Die concentrirteste Melasse besteht im Durchschnitt aus etwa 50 pCt. Zucker, 32 pCt. Nichtzucker und 18 pCt. Wasser; die im Handel vorkommende ist meist durch aus den Centrifugen stammendes Waschwasser etwas verdünnt und enthält, wie bereits angeführt, fast stets geringe Mengen krystallisirbaren Zuckers, ihre Zusammensetzung ist daher sehr schwankend. Folgende Beispiele sind einer langen Reihe von Analysen norddeutscher Melassen, mitgetheilt von Bodenbender, entnommen[1]):

	I.	II.
Zucker	52,5	35,0
anorg. Nichtzucker (Asche) . .	13,4	13,6
organ. Nichtzucker	20,6	23,5
Wasser	13,5	27,9.

[1]) Nach Stammer, Ergänzungsband zum Lehrbuche der Zuckerfabrikation. Braunschweig, 1881.

Um nun eine Melasse ihrem Werthe nach durch eine einfache Zahl zu charakterisiren, bedient man sich des Begriffes »Reinheitsquotient.« Dieser, schlechtweg auch »Reinheit« oder »Quotient« genannt, giebt an, wie viele Procente Zucker die Trockensubstanz der Melasse enthält. Für die beiden obigen Beispiele ergiebt sich also der Quotient:

$$\frac{52{,}5}{52{,}5+13{,}4+20{,}6}\cdot 100 = 60{,}7 \text{ und } \frac{35{,}0}{35{,}0+13{,}6+23{,}5}\cdot 100 = 48{,}5.$$

Es mag noch bemerkt werden, dass der Zuckertechniker den »scheinbaren« vom »wirklichen« Quotienten unterscheidet. Die erstere Bezeichnung wendet er an, wenn die Menge der Trockensubstanz einfach durch das Aräometer, die letztere, wenn sie durch genaue Wasserbestimmung ermittelt wurde. Im gewöhnlichen Leben giebt man immer den scheinbaren Quotienten an, da er als Vergleichungsmafsstab ähnlich zusammengesetzter Zuckerlösungen genügt.

Diese Melasse wurde nun bis in das letzte Jahrzehnt als unvermeidlicher Zuckerverlust angesehen; man glaubte, aus ihr den Zucker nicht mehr mit Vortheil gewinnbar machen zu können und gab sie an die Spiritusfabriken ab, welche den Zucker in Alkohol verwandelten. Das war nicht sehr rentabel, denn wenn 100kg Melasse 50kg Zucker enthalten, und wenn 100kg von diesem als Rohzucker nur 60 ℳ kosten, so muss man als idealen Werth der Melasse 30 ℳ annehmen; sie wurde aber mit nur etwa 8 ℳ verkauft. Ein Verfahren, den Zucker der Melasse krystallirbar zu machen, könnte also unter Zugrundelegung der angeführten Zahlen 22 ℳ Fabrikationskosten tragen, bevor es unrentabel würde. Nimmt man an, dass 100kg Rüben 3kg Melasse von 50 pCt. Zuckergehalt ergeben, so würden durch ein kostenfreies Entzuckerungsverfahren $1\frac{1}{2}$kg Zucker = 0,90 ℳ mehr gewinnbar werden; eine Fabrik, welche in der Campagne 25000 Doppelcentner Rüben verarbeitet, also 7500 Doppelcentner Melasse erzeugt, würde also für diese 7500 . 30 = 225000 ℳ statt 7500 . 8 = 60000 ℳ vereinnahmen. Dieser Mehrgewinn von 165000 ℳ ist nun selbstredend nicht zu erzielen, weil es eben kein kostenfreies Verfahren geben kann, es ist diese Zahl also das Ideal, dem möglichst nahe zu kommen das Bestreben der Entzuckerungsmethoden sein muss.

Es sind nun schon seit sehr langer Zeit Verfahrungsarten gesucht, um diesen in Aussicht stehenden Gewinn zu erbeuten, aber erst ganz neuerdings wurden diese Bestrebungen vom Erfolge gekrönt; augenblicklich giebt es eine ganze Reihe von Methoden, welche sich für die Anwendung im grofsen eignen und um die Palme ringen. Diese lassen sich in vier Gruppen eintheilen:

1.	Verfahren auf mechanischem Wege	Osmose.
2.	Behandlung mit Kalk und Alkohol	Elution.
3.	Behandlung mit Kalk ohne Alkohol	Substitution.
4.	Behandlung mit Strontian	Strontianverfahren.

Es kann nicht in der Absicht des Berichterstatters liegen, diese Verfahrungsarten hier sämmtlich in ausführlichster Weise zu erörtern und auf ihren gegenseitigen Werth zu untersuchen — das ist die Aufgabe der besonderen Fachblätter. Für die Leser dieser Zeitschrift wird es genügen, wenn das Wesen derselben erläutert und von den Einrichtungen soviel gesagt wird, als dem Nichtfachmanne behufs einer allgemeinen Kenntnisnahme wünschenswerth sein dürfte.

1. Die Osmose.

Das Osmoseverfahren beruht auf denselben physikalischen Gesetzen, wie das Diffusionsverfahren der Saftgewinnung. Sind nämlich zwei verschiedene Lösungen durch eine thierische oder pflanzliche Membran, wie Thierblase, Pergament u. s. w. von einander geschieden, so gleichen sich viele ihrer Bestandtheile mehr oder weniger schnell durch diese Membran hindurch aus. Solche Stoffe, welche eine Membran durchdringen können, heifsen diffundirbare Stoffe, und zwar diffundiren alle krystallisirbaren Körper mehr oder weniger leicht, die nicht krystallisirbaren, sogenannten Colloidstoffe, aber schwierig oder gar nicht.

In der Melasse finden sich nun einige Stoffe, welche sehr rasch, andere, welche langsamer, und endlich solche, welche gar nicht diffundiren. Wenn man demnach auf die eine Seite der Membran Wasser, auf die andere Seite aber Melasse bringt, so werden zuerst die am leichtesten diffundirbaren

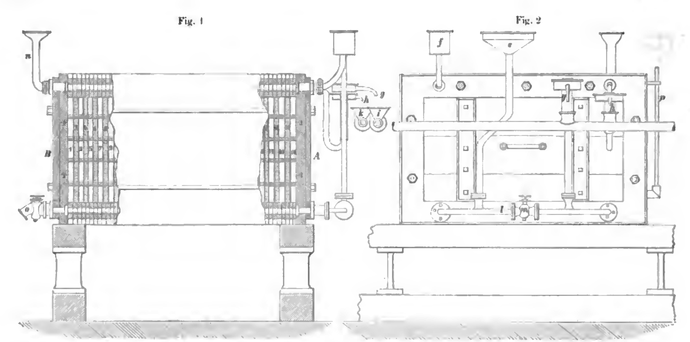


Fig. 1 Fig. 2

Bestandtheile derselben, zu denen namentlich die meisten der in ihr enthaltenen Salze gehören, dann der Zucker durch die Membran in das Wasser treten, während gleichzeitig Wasser zur Melasse geht. Würde nun der Unterschied zwischen der Diffundirbarkeit der gedachten Salze und derjenigen des Zuckers ein sehr erheblicher sein, so könnte man durch fortgesetztes Osmosiren, indem man auf der einen Seite stets frisches Wasser zuführte, zunächst einen Theil des Nichtzuckers, darauf den Zucker aus der Melasse entfernen und würde alsdann auf der anderen Seite einen Rest von nicht diffundirbaren Nichtzuckerbestandtheilen zurückbehalten. Es ist aber der Unterschied der Diffundirbarkeit der verschiedenen Melassebestandtheile nicht so grofs, dass solch idealer Process verwirklicht werden kann; vielmehr gelingt es nur, aus der Melasse soviel Salze zu entfernen, dass ein Theil des in ihr enthaltenen Zuckers krystallisirbar wird. Der Rest ist eine Melasse, welche der ursprünglichen ähnlich, aber reicher an Colloidstoffen ist. Man pflegt mit dieser restirenden Melasse den Process noch ein- bis zweimal zu wiederholen, im ganzen also zwei bis drei Osmoseproducte zu gewinnen. Dann ist aber die Melasse so mit nicht diffundirbaren Nichtzuckerbestandtheilen geschwängert, dass eine Fortsetzung des Verfahrens keine genügende Ausbeute mehr geben würde.

Das Osmoseverfahren ist von dem kürzlich verstorbenen französischen Zuckertechniker Dubrunfaut erfunden, bei seiner Einführung in Deutschland aber vielfach weiter ausgebildet.

Die Apparate, welche zur Verwirklichung des oben erläuterten Processes dienen, heifsen Osmogene. Die ältere Form derselben ist in den Figuren 1 bis 4 [1]) dargestellt. Durch Zusammenstellen hölzerner, mit Pergamentpapier bespannter Rahmen zwischen zwei Kopfstücken werden Kammern gebildet, die in ihrer Reihenfolge derartig zur Aufnahme von Wasser und Melasse dienen, dass jeder Melasserahmen sich zwischen zwei Wasserrahmen befindet. Der ganze Apparat sieht ähnlich wie eine Filterpresse aus; 1, 3, 5 . . . . 51 sind die Wasser-, 2, 4, 6 . . . . 50 die Melasseräume. Die Einrichtung der einzelnen Rahmen geht aus Fig. 3 und 4 hervor, es entstehen bei der Zusammenstellung vier Kanäle *a b c d*, von denen *a* die Zuleitung, *b* die Ableitung des Wassers, *c* die Zuleitung, *d* die Ableitung der Melasse bewirkt. Da in dem abgebildeten Rahmen die Kanäle *a* und *b* mit dem Innern in Verbindung stehen, so ist es ein Wasserrahmen; bei den Melasserahmen sind *c* und *d* verbunden. Aus der Lage der Kanäle zu einander geht hervor, dass der Apparat nach dem Gegenstromprincip arbeitet; das Wasser bewegt

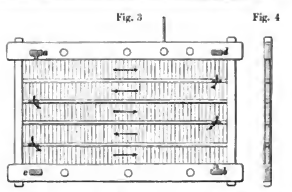
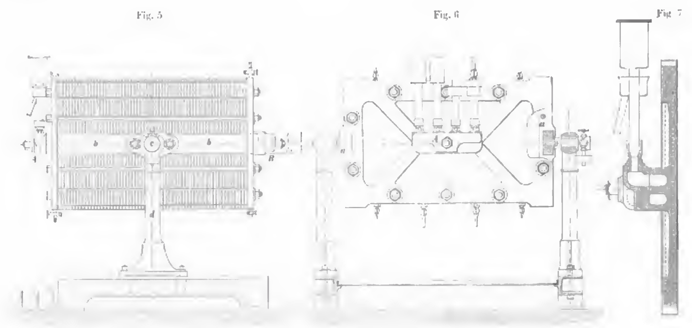


Fig. 3 Fig. 4

sich in der Richtung der Pfeile von links oben nach rechts unten, wie es die in den Querstäben angebrachten Oeffnungen angeben, die Melasse von links unten nach rechts oben. Es hat dies den Zweck, dass das frische Wasser auf die bereits am meisten entsalzte, das gesalzte Wasser auf die frische Melasse wirkt. Die Rahmen werden auf einer Seite mit Pergamentpapier bezogen, in welches die nöthigen Löcher für die Kanäle und Schraubenbolzen geschnitten sind, dieses Papier wird zur Vermeidung des Durchbiegens mit Bindfaden überspannt; dann setzt man sie zwischen den Kopfstücken *A* und *B* zusammen und zieht das ganze mit den Verbindungsbolzen fest. Die Kanäle finden im vorderen Kopfstück *A* ihre Fortsetzung, *e* ist der Einlauftrichter für die Melasse, *f* für das Wasser, der Ablauf erfolgt aus *g* bezw. *h* in die Ablaufrinnen *i* und *k*; das Rohr *l* kann bei geeigneter Stellung des Hahnes *m* die Verbindung der beiden Abtheilungen vermitteln. Das hintere Kopfstück *B* schliefst die Kanäle ab; *n* ist ein Luftrohr, *o* ein Hahn zur Entleerung der Verbindungskanäle.

In den so zusammengesetzten Apparat lässt man die zu osmosirende Melasse und das Wasser mit ziemlich hoher Temperatur eintreten und regelt durch Stellung der Ablaufhähne die Zeitdauer ihrer Einwirkung auf einander so, wie man es durch Probiren als am günstigsten ermittelt hat; es hängt das von der Art der Melasse und namentlich von der Reinheit des Wassers ab; dass diese von grofsem Einflusse sein muss, liegt auf der Hand. Nach etwa 24stündiger Arbeit hat sich auf den Pergamentpapierbogen ein Niederschlag von Kalksalzen gebildet, welcher die Diffusion erschwert und entfernt werden muss; zu dem Zwecke entleert man den Apparat durch den Hahn *o* gänzlich und lässt nach Oeffnung des Verbindungshahnes *m* heifses Wasser oder sehr ver-

[1]) Nach Stammer, a. a. O.


Fig. 5 Fig. 6 Fig. 7

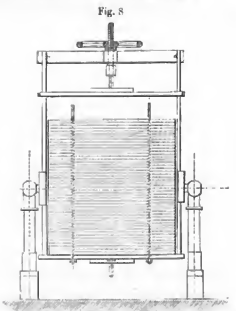
dünnte Salzsäure einströmen und einige Zeit lang darin stehen oder dauernd durch die im Betriebe zur Beobachtung dienenden Stundröhren p ablaufen. Nach vier bis fünf Tagen ist es aber nothwendig, die Papierbogen zu erneuern, da sie sehr stark angegriffen sind.

Diese kosten 20 bis 30 Pf. das Stück; man bezog sie früher ausschliefslich aus Belgien, doch liefern jetzt auch deutsche Firmen recht gute Qualitäten. Der Wunsch, das theure Pergamentpapier möglichst zu schonen, hat nun einige neue Constructionen von Osmogenen hervorgerufen, welche sich vielfach eingeführt haben. Der von Pfeiffer und Langen erfundene sogenannte Wendeosmoseapparat ist in Fig. 5 bis 8 dargestellt[1]). Die Anordnung wurde entworfen auf Grund der Beobachtung, dass im alten Osmogen die Abnutzung des Pergamentpapieres nach zwei Richtungen hin eine ungleichmäfsige ist; die dem Eintrittskopfstücke zunächstliegenden Blätter werden stärker angegriffen als die weiterhin befindlichen, und die einzelnen Blätter oben stärker zerfressen als unten. So wird der gesammte Apparat durch eine Ebene, welche durch die Unterkante des ersten und die Oberkante des letzten Bogens gelegt werden kann, annähernd in zwei Hälften getheilt, von denen die obere zerfressenes Papier zeigt, während dasselbe in der unteren noch wohlerhalten ist. Das Wendeosmogen ist nun um seine Schwerpunktsaxe drehbar gemacht. Deshalb sind durch die Ohren aa der Kopfplatten die Flacheisenstäbe bb gesteckt, welche die gusseisernen Zapfen c tragen; diese sind in den Säulen d gelagert. Die ganze Armatur (Ein- und Ausläufe) ist nun an dem Deckel A so montirt, dass dieser mit einer einzigen Schraube an der Kopfplatte befestigt werden kann, und zwar passt derselbe Deckel auf beide Platten; an der zweiten sitzt ein solcher Deckel B ohne Armatur. Nun dreht man den Apparat einfach alle 12 Stunden um 180°, so dass die Unterseite nach oben kommt, und verwechselt die Deckel der Kopfplatten. Daraus entsteht eine gleichmäfsige Abnutzung des Pergamentpapieres. Die Ersparnis ist bedeutend, die Blätter können doppelt so lange benutzt werden wie früher; von Vortheil ist auch noch der Umstand, dass man den Apparat bequem packen kann, wenn man ihn um 90° dreht, also seine Axe vertical stellt, Fig. 8.

Denselben Zweck der Schonung des Papieres verfolgen auch andere Apparate, wie sie z. B. von Dehne, Wagner, Selwig & Lange u. a. construirt sind, die Beschreibung derselben würde jedoch hier zu weit führen.

Den Zu- und Ablauf pflegt man so zu regeln, dass auf 1 Theil Melasse etwa 5 Theile Wasser durch den Apparat

Fig. 8



gehen; das genaue Verhältnis ist von der besonderen Beschaffenheit beider Substanzen abhängig; ebenso die Leistungsfähigkeit, welche von 10 bis 25 Doppelcentnern in 24 Stunden wechselt. Auch die Wirkung ist den Umständen nach sehr verschieden, der Quotient der ablaufenden Melasse ist um 3 bis 9 höher als derjenige des Einlaufes. Diese Verbesserung scheint nicht sehr grofs zu sein; dennoch ermöglicht man bei zwei- bis dreimaliger Osmose die Gewinnung eines Zuckerquantums, welches $^1/_4$ bis $^1/_3$ vom Melassegewicht beträgt. Allerdings geht die Krystallisation des Zuckers aus osmosirter Melasse nur dann gut vor sich, wenn man genau auf richtige Bodentemperatur (etwa 45°) achtet und derselben Zeit genug lässt; drei bis vier Wochen sind erforderlich. Der richtigen, gleichmäfsigen Temperatur der zuströmenden Flüssigkeiten schreibt man grofsen Einfluss auf das Resultat zu; dieselbe muss der Erfahrung angepasst werden und wechselt von 60 bis 75°. Manche Fabriken lassen die aus dem Osmogen abfliefsende Melasse, bevor sie eingedickt wird, über ein Kohlenfilter laufen und erhalten so ein etwas helleres Product. Der gewonnene Zucker polarisirt 92 bis 94 (d. h. der zur Zuckerbestimmung angewendete »Polarisationsapparat« lässt erkennen,

[1]) D. R.-P. 1743.

dass das Product 92 bis 94 pCt. chemisch reinen Zucker enthält, die übrig bleibende Melasse dürfte durchschnittlich etwa $1^{1}/_{2}$ *M.* für 100kg geringwerthiger sein, als die ursprüngliche; sie wird entweder an die Spiritusfabriken oder zur weiteren Entzuckerung durch andere Verfahrungsweisen abgegeben.

Ueber die Rentabilität des Verfahrens ist viel gestritten — dass man es in einer Reihe von Fabriken seit mehreren Jahren durchführt, spricht für dieselbe — dass in vielen Fällen das Resultat ein schlechtes war, ist auch bekannt. Es kommt hier, wie so häufig, auf die besonderen Umstände und die jeweilige Conjunctur an; sicher ist, dass sich die Osmose für reiche Sirupe besser eignet, als für eigentliche Melasse. Anderen Entzuckerungsmethoden gegenüber hat sie den Vorzug, in der Anlage billig zu sein, so dass mit einem Versuche im grossen nicht viel gewagt ist — auch ist der Verlust bei etwaigem Stillliegen nicht grofs, so dass man je nach der Conjunctur die Anlage benutzen kann oder nicht.

2. Die Elution.

Es ist längst bekannt, dass Zucker mit Kalk eine in Wasser oder Zuckerlösungen leicht lösliche Verbindung eingeht, welche man Zuckerkalk nennt — beruht doch der Process der Scheidung und Saturation des Rübensaftes grofsentheils auf der Bildung und Zersetzung dieses Productes. Der Zuckerkalk ist nun in Alkohol nicht löslich; dagegen löst sich ein grofser Theil der Nichtzuckerbestandtheile in diesem Mittel; wenn man also den in der Melasse enthaltenen Zucker in Zuckerkalk umwandelt, so kann man die Nichtzuckerbestandtheile zum grofsen Theile durch Auslaugen der gebildeten Substanz, des sogenannten Melassekalkes, mit verdünntem Alkohol von demselben abscheiden, aus der erhaltenen Flüssigkeit aber den Spiritus durch Destillation wiedergewinnen, und die übrig bleibende Lauge als Dünger den Rübenfeldern zuführen.

Das hier skizzirte Verfahren ist von dem Erfinder, Dr. Scheibler, bereits 1865 in zwei Fabriken eingerichtet; es musste jedoch wieder aufgegeben werden, weil es nicht gelang, die Mischung von Melasse und frisch gelöschtem Kalk, welche zur Verarbeitung kommen sollte, in genügender Weise zu trocknen. Es war nämlich dieser Melassekalk in frischem Zustande von gelatinöser Beschaffenheit und wenig zur Auslaugung geeignet, wie auch nicht völlig unlöslich in Alkohol, so dass er ohne weiteres nicht zur weiteren Verarbeitung gebraucht werden konnte; wenn man ihn dagegen trocknete, so nahm er eine mehr sandige Beschaffenheit an und verlor die Eigenschaft der Löslichkeit, so dass er zweckmäfsig zum Auslaugen erschien. Deshalb wurde das Verfahren erst lebensfähig, als Dr. Seyferth 1872 eine Methode fand, trockenen Zuckerkalk herzustellen. Nun bildete sich das Verfahren schnell aus und verbreitete sich; andere fanden dann neue Abänderungen und Einrichtungen, so dass es heute eine Reihe verschiedener Methoden der Elution giebt, von denen hier nur die wichtigsten beschrieben werden sollen.

1. Die Elution nach Scheibler und Seyferth. Man mischt bei diesem Verfahren frisch gebrannten, staubförmigen Kalk mit der Melasse und erhält dadurch den Melassekalk, welcher vollkommen trocken wird, weil die Wärme, welche beim Löschen des Kalkes im Wasser der Melasse entsteht, hinreichend ist, um das überschüssige Wasser desselben zu verdampfen; diesen Melassekalk zerkleinert man zu nussgrofsen Stücken, welche in Spiritus ausgelaugt werden; die Lauge wird abgetrieben, der Alkohol aus ihr durch Destillation wiedergewonnen, der Zuckerkalk in Breiform verwandelt und als solcher dem Scheidesafte der Rohzuckerfabrikation wieder zugesetzt. Die sogenannte directe Arbeit, d. h. also die Abscheidung des Zuckers aus dem Zuckerkalke durch Saturation u. s. f., hat sich nicht bewährt — man verbindet immer die Elution mit der Rübenzuckerfabrik.

Der zu verwendende Kalk ist am besten möglichst rein, doch lassen sich bei dementsprechend angepasster Leitung des Verfahrens auch mehr oder weniger thonige Kalke verarbeiten. Der Kalk wird in frisch gebranntem Zustande, damit er nicht Wasser aus der Luft anzieht, verwendet. Durch Mahlen und Sieben in ein gleichmäfsig feines Pulver verwandelt, wird er mit der Melasse, welche bis auf eine Concentration von 84 bis 86 pCt. eingedickt und auf 30 bis 35° Temperatur vorgewärmt wurde, in einem Kollergange gemischt.

Diesen zeigen die Fig. 9 bis 11[1]. Die Walzen *aa* sind um die Axe *b*, welche sich in dem Schlitze *c* der hohlen Welle *d* in verticaler Richtung verschieben kann, drehbar; das Rollen der Walzen wird durch die mit ihnen verbundenen Zahnräder *ee* gesichert, welche auf dem festen Zahnkranze *f* laufen; Schabvorrichtungen reinigen den Boden und Rand der gusseisernen Zarge *i*, wie auch die Walzen, von anhaftender Mischung und bringen diese regelrecht unter die letzteren; sie sind durch Hebelvorrichtungen stellbar.

In diesen Kollergang gelangt nun Kalk und Melasse aus passend angeordneten Messgefäfsen, und zwar mischt man meistens 65 bis 67kg Melasse mit 16 bis 17kg Kalkpulver so, dass man zunächst die erstere einlässt und dann das letztere zusetzt. In etwa 4 Minuten ist die Mischung beendet; die kittartige Masse wird durch die Abstreicher durch eine bis dahin mit einem Schieber verschlossene Oeffnung im Boden der Zarge entfernt, sie fliefst in aus Eisenblech gefertigte, etwa 0.1cbm haltende Kästen, welche mit Fett ausgestrichen wurden.

In diesen tritt nach kurzer Zeit eine heftige Reaction ein, infolge deren die Temperatur auf 125° steigt, die Masse sich aufbläht und reichliche Mengen von Wasser- und Ammoniakdampf entweichen, welchen man, um Uebersteigen zu verhüten, mit einem Spatel Ausgang verschaffen muss. War die Mischung nicht ganz gut, so kommt es auch vor, dass einzelne Kalkpartien so heftig ablöschen, dass die umgebende Melasse anbrennt, was natürlich verhütet werden muss, wie denn überhaupt die Leitung dieses Theiles des Processes viel Aufmerksamkeit erfordert. Störend wirkt unrichtige Temperatur: ist die Masse zu kalt, so tritt die Reaction zu spät oder gar nicht ein (auch die Verwendung schwerlöschender Kalke hat diese Folge); im entgegengesetzten Falle aber wird der Melassekalk eine dichte, steinige Masse, die sich schwer auslaugt. Verlief aber die Reaction normal, so erstarrt der Kasteninhalt zu einem festen, porösen, bimsteinartigen Blocke, der sich aus dem Kasten stürzen lässt und mit Schlägeln zertrümmert wird. Die Stücke werden dann in einem Brechwerke auf Wallnussgröfse zerkleinert, um zur Auslaugung geeignet zu sein.

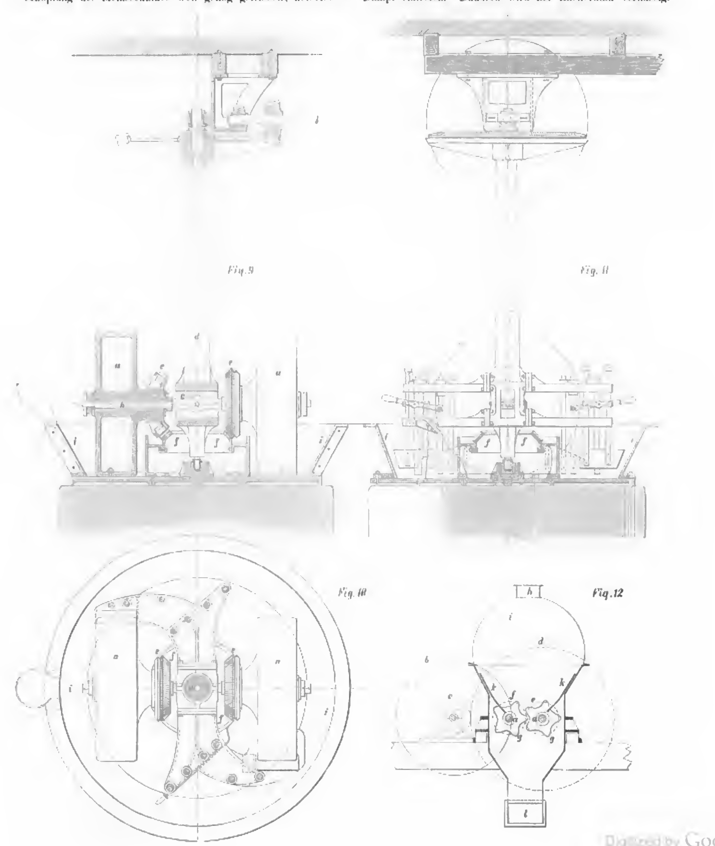
Dieses Brechwerk soll möglichst wenig Pulver erzeugen, es ist deshalb so eingerichtet, wie Fig. 12 angiebt[1]. Auf den Wellen *aa*, welche von den Riemscheiben *b* aus mittelst der Räder *c*, *d*, *e*, *f* getrieben werden, sind je 25 Messerscheiben *gg* in abwechselnder Reihenfolge aufgekeilt. Diese sind fünfzackig und an den Rändern geschärft, ihr genauer Abstand von einander wird durch Stellringe gesichert. Der Melassekalk fällt durch die Oeffnung *h* in den Staubmantel *i* und wird durch die Stahlbacken *k* zwischen die Messerscheiben geführt; diese zerschneiden ihn und lassen die Stücke durch den Rumpf *l* in einen Wagen fallen, welcher sie den Auslaugegefäfsen zuführt. Bei allem Transport ist auf Mittel zur Vermeidung von Staub Bedacht zu nehmen, weil dieser scharf ätzend ist und die Arbeiter sehr belästigt.

Die Auslaugegefäfse, die sogenannten Elutoren, sind Cylinder von beispielsweise 2.75m Durchm. und 2 bis 4m Höhe, oben und seitlich unten mit einem Mannloche versehen. Wenig über dem Boden liegt ein Siebblech, auf welchem ein Drahtnetz ruht, das den auszulaugenden Melassekalk trägt; aufserdem sind Ventile für Spirituseintritt, Abzug der Waschflüssigkeit, Dampfeintritt und Uebersteiger zu den benachbarten Gefäfsen vorhanden. Die Anzahl der Gefäfse wechselt nach Bedarf, hatte man früher 10 bis 14 Stück, so ist heute ihre Anzahl öfters auf 4 bis 5 ermäfsigt; in einer oder zwei Reihen aufgestellt, machen dieselben den Eindruck einer Diffusionsbatterie. Die Elutoren werden von oben mit Melassekalk gefüllt, der Spiritus von unten eingeleitet, so dass er die poröse Masse durchdringt; er wird sofort von ihr aufgesaugt. Uebrigens geschieht die Auslaugung des frischen Melassekalkes nicht eigentlich mit Spiritus, sondern mit der Lauge des vorhergehenden Elutors; die Arbeit ist nämlich, wie diejenige einer Diffusionsbatterie, continuirlich. Man hat sich das so vorzustellen: Ist die Batterie im Betriebe, so enthalten die Elutoren Melassekalk von verschiedener Erschöpfung, und zwar der erste den an Nichtzucker reichsten, der letzte den an

[1] Nach Zeichnungen der Braunschweigischen Maschinenbau-Anstalt.

Nichtzucker ärmsten. Nur dieser wird mit frischem Spiritus behandelt, jeder folgende Elutor mit der Lauge des vorhergehenden, diese wird also allmählich angereichert und gelangt mit constanter Concentration zur Destillation. Ist die Erschöpfung des Melassekalkes weit genug getrieben, derselbe

also zuletzt mit frischem Spiritus behandelt, so wird der betreffende Elutor ausgeschaltet, die Arbeit schreitet um ein Gefäfs vor. Das ausgeschaltete Gefäfs bleibt nun einige Zeit stehen, damit der Inhalt abtropfen kann, dann lässt man Dampf eintreten. Dadurch wird der Zuckerkalk verflüssigt

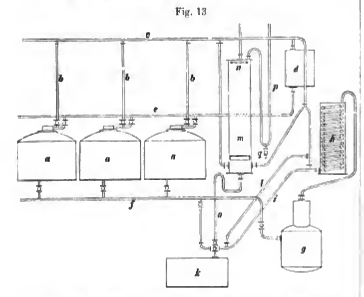


und die Masse vermehrt sich derartig, dass ihr Platz geschaffen werden muss, umsomehr, als durch das gleichzeitige Entweichen von Spiritusdampf heftiges Schäumen eintritt. Man setzt deshalb den Elutor mit einem ihm vollständig gleichen Gefäfse in Verbindung, welches man den Abtreiber nennt, und lässt die Hälfte der Masse übertreten. Nun destillirt man durch andauernden Dampfzutritt aus beiden Gefäfsen den Alkohol gleichzeitig in eine Kühlschlange über, aus welcher er als anfangs stärkerer, später schwächer werdender Spiritus abläuft. Die beim Abtreiben zurückbleibende Zuckerkalkmilch wird durch ein am Boden des Abtreibegefäfses befindliches Ventil abgelassen; sie passirt ein nach Art der Farbenmühlen construirtes Mischwerk, in welchem alle kleinen, durch die Siebe gegangenen festen Theile völlig zermahlen werden, und gelangt in ein Rührwerk, aus dem sie durch Pumpen in Behälter gedrückt wird, um aus diesen nach Bedarf entnommen und bei der Scheidung des Rübensaftes verwendet zu werden.

Die Destillation der von den Elutoren vorher abgezogenen Waschflüssigkeiten erfolgt in gewöhnlichen Blasen; in Colonnenapparaten wird der wiedergewonnene Spiritus auf die gewünschte Concentration gebracht; die in den Blasen zurückbleibende, nur noch ganz schwach alkoholige Lauge, ein wenig Zucker und viel Nichtzucker enthaltend, dient zum Düngen der Rübenfelder. Diese Verwendung erscheint rationell, weil so dem Boden ein grofser Theil der zum Wachstume der Rübe erforderlichen Stoffe wieder zugeführt wird.

Da die verschiedenen Gefäfse des zur Elution dienenden Systemes alle mit Luft gefüllt sind, welche mit einfliefsendem Spiritus oder den alkoholigen Waschflüssigkeiten in Berührung steht, also stark mit Alkoholdampf geschwängert ist, so würde, wenn man diese ohne weiteres entweichen liefse, ein starker Spiritusverlust die Folge sein. Diesen zu vermeiden, ist zwischen den einzelnen Gefäfsen eine sinnreiche Communication geschaffen, welche in Fig. 13 schematisch skizzirt ist.

Fig. 13



Alkoholige Dämpfe lassen sich nämlich durch die gewöhnliche Oberflächencondensation durch eine Kühlschlange vollständig niederschlagen; nicht aber wirkt die Oberflächencondensation in gleicher Weise auf Gemenge alkoholiger Dämpfe mit Luft, da letztere ein zu schlechter Wärmeleiter ist. Deshalb stehen die Auslaugegefäfse *a a a* durch die Röhrenstränge *b b c* mit dem Druckgefäfse *d*, aus welchem der Spiritus durch das Rohr *e* in die Elutoren fliefst, in einer durch Ventile abschliefsbaren Verbindung. Soll nun ein Elutor gefüllt werden, so öffnet man beide Verbindungen gleichzeitig und lässt, entsprechend der in denselben eintretenden Spiritusmenge, die Luft nach *d* übertreten. Andererseits fliefst die Waschflüssigkeit aus den Elutoren *a* durch das Rohr *f* in die Destillirblasen *g*, aus welchen die Dämpfe durch die Kühlschlange *h* gehen. Der hier gewonnene Spiritus fliefst durch die Rohrleitung *i* dem Sammler *k* zu; die nicht condensirte Gasmischung kann, so lange in diesen Gefäfsen Raum dafür ist, durch die Leitungen *l* nach *k* oder *d* gelangen; ist dies nicht der Fall, wie z. B., wenn sich die im System enthaltene Luftmenge durch Erwärmung der Destillirblasen ausdehnt, so tritt dieselbe in den Kokscondensator *m*. Dieser hat den Zweck, die Luft vor ihrem Entweichen vom Alkoholgehalte zu befreien. Ein langes cylindrisches Gefäfs ist mit Koksstücken, welche auf einem eingelegten Siebboden lagern, fast bis zum oberen Rande gefüllt; über der Koksschicht liegt ein Rohr *n*, aus welchem Wasser auf dieselbe herabregnet. Indem die Luft die Koksschicht passirt, entzieht ihr das entgegentropfende Wasser den Alkohol, die Flüssigkeit wird durch das Rohr *o* dem Spiritussammler zugeführt, die Luft entweicht durch das U-förmig gekrümmte Rohr *p*. Am unteren Ende desselben befindet sich der Hahn *q*, bestimmt, den Alkoholgehalt der abziehenden Luft prüfen zu können. Durch diese Einrichtung wird verhindert, dass ein irgend nennenswerther Verlust an Spiritus stattfindet.

Das beschriebene Verfahren ist vielfach abgeändert und den speciellen Umständen angepasst. Die Concentration des verwendeten Spiritus ist je nach der Arbeit verschieden; einige arbeiten durchweg mit solchem von 35° Tr. (das Alkoholometer von Tralles giebt an, wie viele Volumprocente absoluter Alkohol in einem Spiritus enthalten sind; beiläufig bemerkt, entsprechen 35° Tr. bei $15\frac{5}{9}$° C. Temperatur etwa 29 Gewichtsprocenten), andere wenden anfangs eine Füllung von 65° an und waschen mit 28° aus. Diese abweichende Behandlung ist nothwendig, um gut auslaugen zu können; es hängt das in der Hauptsache von der Beschaffenheit des Kalkes ab. Die Auslaugedauer war früher 9 bis 10 Tage, ist aber jetzt auf etwa 48 Stunden vermindert. Dies wird möglich theils dadurch, dass man nicht mehr den Melassekalk zuerst einbringt und dann Spiritus anstellt, sondern statt dessen zuerst den Elutor bis zu $\frac{3}{4}$ seiner Höhe mit Lauge vom vorhergehenden Elutor anfüllt und dann den Melassekalk einbringt: die hineinfallenden Stücke schwimmen anfangs und fallen dann als sandiges Pulver nieder; (das gegen das sonst wohl auftretende Verkitten der Masse angewendete Einmaischen mit 65°-Spiritus kann hier unterbleiben) theils durch continuirliche Arbeit, indem man nicht mehr, wie früher, den Elutor 6 bis 8 Stunden lang in Ruhe stehen lässt, sondern die Lauge des letzten Elutors ununterbrochen in ein besonderes Sammelgefäfs abzieht, so dass also ein Strom durch die ganze Batterie geht, welcher sich beim Passiren der einzelnen Gefäfse aus reinem Spiritus in concentrirte Lauge allmählich verwandelt.

Die gewonnene Zuckerkalkmilch enthält etwa 20 pCt. Zucker, 10,5 pCt. Kalk und mancherlei Nichtzuckerbestandtheile, da die Auslaugung natürlich nicht ganz vollständig sein kann, weil sonst die Zuckerverluste zu grofs sein würden; sie hat aber doch mindestens die Reinheit des Rübensaftes, dem sie beigemischt wird. Die Befürchtung, dass sich allmählich gewisse Nichtzuckerbestandtheile im Betriebe so anhäufen würden, dass die Arbeit unvortheilhaft wird, scheint durch die Erfahrung widerlegt zu sein.

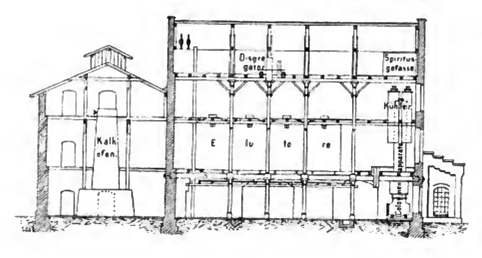
Man gewinnt von 100kg in der Melasse enthaltenem Zucker 85 bis 95kg; es ist also das Entzuckerungsverfahren gegenüber der Osmose ein vollständiges zu nennen. Der Spiritusverlust ist etwa 8 pCt.

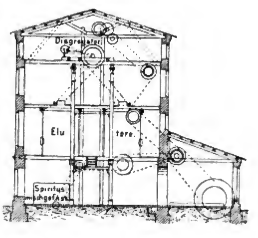
Man pflegt die Fabriken für 100 bis 150 Doppelcentner täglicher Verarbeitung einzurichten; die Anlage ist ziemlich kostspielig, doch die Rentabilität häufig sehr bedeutend.

2. Die Elution nach Eifsfeld. Man macht dem Scheibler-Seyferth'schen Verfahren vielfach den Vorwurf, dass durch die hohe Temperatur, welche bei der Reaction des Wassers der Melasse auf den Aetzkalk entsteht, sich schwer auslaugbare Nichtzuckerverbindungen bilden, von denen man annimmt, dass sie der Krystallisation des Zuckers mehr oder weniger hinderlich seien; auch ist viel Vorsicht nöthig, um Anbrennen zu vermeiden. Deshalb ist eine Reihe von Abänderungen des eigentlichen Elutionsverfahrens entstanden, welche mit Kalkhydrat statt mit Aetzkalk arbeiten. Am nächsten steht dem bisherigen das Verfahren von Eifsfeld zur Erzeugung von plastischem Melassekalk.

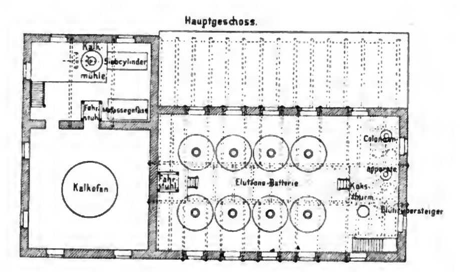
Der Erfinder geht davon aus, dass man zur Bildung von dreibasischem Zuckerkalke auf 100 Theile Zucker 49,12 Theile chemisch reinen Kalk rechnen muss, und bemisst das Kalk-

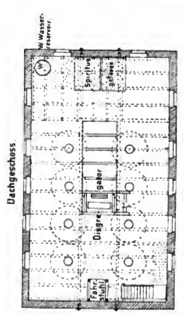
Textblatt 2.



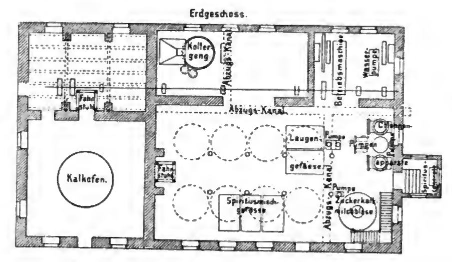


Hauptgeschoss.



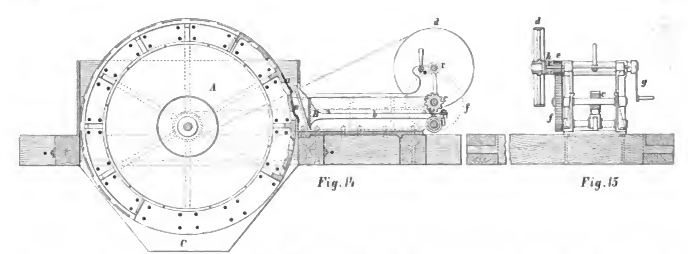


Erdgeschoss.



Anlage einer Elutionsfabrik nach Eifsfeld.

Mafsstab 1 : $266^2/_3$.



quantum nun nach der Reinheit desselben. Er lässt zuerst lauwarmes Wasser in den Kollergang treten und schüttet den fein gemahlenen gebrannten Kalk hinein. In dem Stadium, wo dieser sich ablöscht, lässt er die Melasse zulaufen und zieht die Mischung ab, wenn sie anfängt, dickflüssig zu werden. Die Wassermenge ist abhängig von der Concentration der Melasse; ist diese 84 bis 85° Brix (das Aräometer von Brix giebt in Graden an, wieviel Gewichtsprocente Zucker eine reine Zuckerlösung enthält), so kann folgende Zusammensetzung einer Füllung des Kollerganges als Beispiel gelten: 125^{kg} Wasser, 85^{kg} Kalk, 325^{kg} Melasse.

Die aus dem Kollergange kommende Masse erstarrt in Blechkästen zu Blöcken und kann nach 24 Stunden gestürzt werden. Dieser Melassekalk sieht wesentlich anders aus als der nach dem erstbeschriebenen Verfahren erzeugte; er ist ein wenig plastisch, homogen, dicht und durchscheinend braun; er sieht etwa wie Glycerinseife aus und fühlt sich auch ähnlich an.

Die Blöcke werden nun gehobelt und ergeben dann Spähne von gut Fingersbreite und -Länge, sowie 5 bis 6^{mm} Dicke. Dieses Hobeln geschieht mit einer Maschine, der man den schönen Namen Disgregator gegeben hat. Fig. 14 u. 15 [1]) stellen dieselbe dar, sie bedarf kaum der Erläuterung. Man sieht, es handelt sich um eine mit Messern *aa* besetzte Trommel *A* von etwa 1,9^{m} Durchm. und 0,5^{m} Breite, gegen welche die Blöcke durch einen Schieber *B* gedrückt werden, die Spähne fallen durch den Rumpf *C* in Wagen, die sie sofort zur Elution bringen. Der Vorschub geschieht durch die Zahnstange *b*, auf welche das Getriebe *c* arbeitet, das seine Bewegung von der Riemscheibe *d* ab durch Vermittelung des Vorgeleges *ef* empfängt. Die Kurbel *g* dient zum Zurückdrehen bei ausgerückter Klauenkupplung *h*.

Die Schnitzel werden, vom Disgregator kommend, sofort in die mit Flüssigkeit gefüllten Elutoren gestürzt und 24 Stunden lang ausgelaugt. Der Spiritus, den man dabei benutzt, hat 40° Tr. und man bemisst seine Menge so, dass man auf 100^{kg} in den Betrieb genommene Melasse 250^{l} Lauge zur Destillation abzieht.

Diese Eifsfeld'sche Methode hat sich sehr schnell eingeführt, viele Fabriken haben ihren Betrieb dahin abgeändert, andere halten die ältere Methode fest. Eine Elutionsanlage nach diesem Systeme zeigt Textblatt 2; einer besonderen Erläuterung bedarf die Zeichnung nicht.

(Schluss folgt.)

Locomotiven.

Secundärbahn- und Strafsenbahn-Locomotiven. Für den Betrieb auf Strafsenbahnen innerhalb der Städte wird bekanntlich die Verwendung von Locomotiven nur unter gewissen beschränkenden Bedingungen gestattet. Unter anderem wird wohl überall die Forderung aufgestellt, dass der beim Betriebe der Dampfmaschinen ausströmende Dampf nicht in die Luft unter Geräusch entweichen dürfe, sondern durch Condensationsvorrichtungen entweder vollständig oder zum gröfsten Theile in den tropfbar flüssigen Zustand zurückgeführt werde, sowie, dass bei der Heizung des Kessels die Entwickelung von Rauch vermieden werde. Letzterer Bedingung wird dadurch Genüge geleistet, dass man zur Kesselheizung nur Koks verwendet. Es giebt indes auch Fälle, in welchen die Entwickelung von Verbrennungsgasen bei Locomotiven überhaupt vermieden werden muss, um die durch dieselbe verursachte Luftverderbnis zu verhüten, z. B. bei der Fortschaffung der Steintrümmer aus im Bau begriffenen längeren Tunnels und beim Betrieb unterirdischer Eisenbahnen, wozu auch die in Bergwerken angelegten zu rechnen sind; ferner kann es auch häufig wünschenswerth sein, bei dem Betriebe von Tramway-Locomotiven die Entwickelung von Verbrennungsgasen ganz zu umgehen.

Die Erreichung dieses Zweckes wurde vom Ingenieur Lamm in New-Orleans dadurch ermöglicht, dass der in dem Kessel der Locomotiven aufgespeicherte Wasservorrath durch Einführung hochgespannter Dämpfe, die in stationären Kesselanlagen erzeugt wurden, bis auf eine dem Drucke von 9 Atmosphären entsprechende Temperatur erhitzt wurde. Durch die Dampfentnahme zum Betriebe der Maschinen und infolge äufserer Abkühlung, die allerdings durch sorgfältige Einhüllung des Kessels mit schlechten Wärmeleitern möglichst vermindert wurde, sank allmählich die Dampfspannung, so dass nach einer oder zwei Fahrten wieder eine Neufüllung des Kessels mit Dampf und Wasser erfolgen musste. Ingenieur Scheffler zu Paterson (New-Yersey) vervollkommnete die Lamm'sche Erfindung inbezug auf verschiedene Ausführungs-Details an Kessel und Dampfmaschine, unter anderem erhöhte er die Anfangsspannung im Locomotivkessel auf 13 Atmosphären und versah die Cylinder mit besonderen Expansionsschiebern, um nach Mafsgabe der höheren oder geringeren Kesselspannung einen gröfseren oder kleineren Expansionsgrad anwenden zu können. Dergleichen Tramway-Locomotiven sind in zahlreichen Städten Nord-Amerikas im Betriebe, z. B. in New-Orleans, New-York, Brooklyn, Chicago u. s. m.

Der französische Ingenieur Léon Francq führte dieses Locomotivsystem in Frankreich ein. Die Kesselspannung wurde bis auf 15 Atmosphären gesteigert und die Maschinen so eingerichtet, dass sie auch noch bei 2 Atmosphären Kesselüberdruck die genügende Arbeitsleistung entwickeln konnten; aufserdem wurde zwischen den Kessel und die Dampfcylinder ein Dampfreductionsventil eingeschaltet, um auch bei den anfänglich sehr hohen Dampfspannungen den Cylindern nur mäfsig gespannten Dampf zuführen zu können, und zur Condensation des gebrauchten Dampfes ein Oberflächen-Condensator hinzugefügt. (Eine genaue Beschreibung nebst Abbildung dieser Locomotiven mit gleichzeitiger Angabe ihrer Leistungsfähigkeit findet sich in Annales des ponts et chaussées 1878, Bd. 16, S. 261 bis 309; Armengaud, Publication industrielle 1878, Bd. 24, S. 457 bis 480; Bull. de la soc. d'encouragement 1879, S. 9 bis 17; Prakt. Masch.-Constr. 1879, S. 178 bis 182; Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1879, S. 255

[1]) Nach Zeichnungen der Maschinenfabrik F. Dippe in Schladen.

bis 267 und Engineering 1879, II, S. 306; ferner in dem Werke von D. K. Clark, »Tramways, their construction and working«, London 1878; deutsch von Uhland, Leipzig 1880.)

Ein anderer Weg, die eingangs erwähnten Bedingungen zu erfüllen, ist der, dass man die Betriebsmaschinen der Locomotive, anstatt mit Dampf, mit comprimirter Luft speist. Ein derartiger Betrieb ist allerdings wesentlich kostspieliger, als der vorher erwähnte, einestheils wegen der Anlage und Unterhaltung der zur Compression der Luft nöthigen maschinellen Einrichtungen, anderentheils wegen der Effectverluste, die aus der durch Abkühlung verloren gehenden, bei der Luftcompression erzeugten Wärme und durch directe Luftverluste infolge Undichtheiten an den Betriebsmaschinen resultiren. Die Anwendung derartiger mit comprimirter Luft betriebener Locomotiven wird deshalb nur in solchen Fällen angezeigt sein, wo die von den Maschinen abströmende Luft gleichzeitig zu Ventilationszwecken dienen kann. So z. B. wurden beim Bau des Gotthard-Tunnels derartige Luftlocomotiven zur Fortschaffung der abgebohrten Felstrümmer verwendet (vergl. Annales du génie civil 1878, S. 47 bis 49); die Anfangsspannung in dem Luftkessel der Locomotive war eine nur mäßige, gewöhnlich 7 bis 8 Atmosphären. Mékarski in Paris versuchte indes, comprimirte Luft auch zum Betriebe von Straßenbahnwagen anzuwenden. Unterhalb des Wagenfußbodens waren eine größere Anzahl cylindrischer unter sich durch Röhren verbundener Luftbehälter (12 bis 14) angebracht, von denen aus die Cylinder der Zwillingsmaschine gespeist wurden. Um den naturgemäß beschränkten Fassungsraum dieser Luftbehälter möglichst günstig auszunutzen, wurde die Anfangsspannung der Luft auf 28 bis 30 Atmosphären gesteigert; mit Hülfe eines Reductionsventiles ermäßigte man diesen Druck soweit, dass die Admissionsspannung in den Cylindern nicht mehr als 5 Atmosphären betrug, und verhütete die hierbei eintretende starke Abkühlung der Luft

Fig. 1

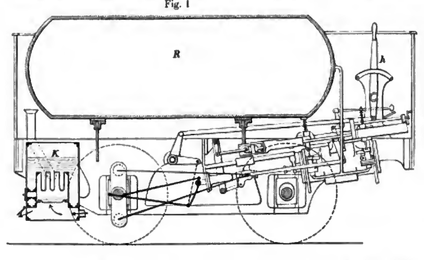


Fig. 2

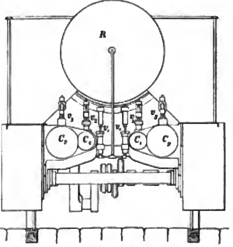
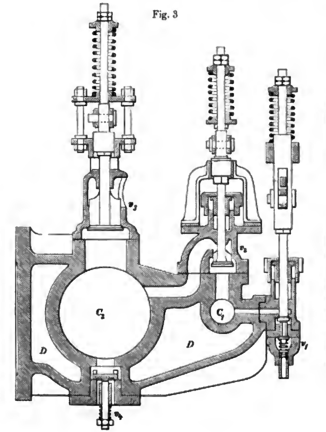


Fig. 3



dadurch, dass man dieselbe vorher durch ein mit Wasser von 170° gefülltes Gefäfs leitete, wobei sie sich mit heißen Wasserdämpfen sättigte, die ihre Wärme durch Condensirung während der Expansion der Luft an diese übertrugen. Mit dergleichen Wagen wurden auch in Paris Probefahrten angestellt. (Vergl. Eisenbahn 1877, Bd. 6, S. 164 bis 165; Bulletin de la soc. d'encouragement 1878, S. 585 bis 591 mit Abb. und Portefeuille écon. des mach. 1878, S. 186, m. Abb., sowie das obengenannte Werk von Clark.)

Es liegt auf der Hand, dass die Verminderung der Admissionsspannung von 28 auf 5 Atmosphären einen nicht unbeträchtlichen Verlust an Arbeitsvermögen, welches der comprimirten Luft innewohnt, herbeiführt, so dass es bei Anwendung einer so kostspieligen Betriebskraft nur gerechtfertigt erscheinen muss, wenn man bestrebt war, dergleichen Effectverluste zu verhüten. Oberst Beaumont construirte zu dem Ende die Maschinen seiner Luftlocomotive nach dem Woolf'schen System derart, dass jede der beiden Zwillingsmaschinen mit zwei oder drei Cylindern versehen wurde, deren Kolben- bezw. Schubstangen auf um 180° gegeneinander verstellte Kurbeln wirken, um die Verbindungskanäle zwischen den einzelnen Cylindern möglichst kurz ausfallen zu lassen, und erhöhte die Pressung der Luft in dem Behälter R bis auf etwa 70 Atmosphären, um dieselbe in den Cylindern bis auf etwa eine Atmosphäre expandiren zu lassen. (siehe Zeichnungen.)

Es ist natürlich, dass bei einem anfänglich so bedeutenden Expansionsgrade die Abkühlung der die Cylinder passirenden Luft eine sehr erhebliche ist; nimmt man z. B. im Anfange einer Betriebsperiode eine durchschnittlich 16fache Expansion an, was einem Verhältnisse zwischen Anfangs- und Endspannung $\frac{p_1}{p} = 49{,}86$ entspräche, so würde sich nach dem Poisson'schen Gesetz das Verhältnis der absoluten Endtemperatur T der Luft zu ihrer Anfangstemperatur T_1 ergeben zu

$$\frac{T}{T_1} = \left(\frac{v_1}{v}\right)^{\kappa - 1} = \left(\frac{1}{16}\right)^{0{,}41} = 0{,}3208;$$

d. h., wenn die absolute Anfangstemperatur $T_1 = 300^0$ wäre, würde T nur 96^0 betragen oder in Graden Celsius -177^0. Um eine so starke Abkühlung der Luft, die ohne weiteres den Betrieb unmöglich machen würde, zu verhüten, führt Beaumont den Luftcylindern C_1 C_2 von aufsen dadurch ein entsprechendes Wärmequantum zu, dass er in den Raum D Dampf eintreten lässt, welcher in dem kleinen Kessel K erzeugt wird. Dieser Dampfkessel ist allerdings eine unliebsame Zugabe der Beaumont'schen Locomotive, wenn auch die Menge der bei der Heizung desselben entwickelten Verbrennungsproducte eine nur geringe ist. Durch die Heizung der Cylinderwandungen wird natürlich auch die bei der Expansion der Luft geleistete Arbeit um einen der von aufsen zugeleiteten Wärme äquivalenten Betrag vermehrt. Die Steuerung der Lufteinlass- und Auslassventile v_1 v_2 v_3 ist derart eingerichtet, dass man bei sinkender Spannung im Luftbehälter R den Expansionsgrad vermindern kann, um in allen Fällen die erforderliche Arbeitsleistung der Maschinen zu erzielen; v_4 ist ein Luftventil, welches sich öffnet, sobald die Spannung hinter dem grofsen Kolben geringer als eine Atmosphäre wird; der Hebel h dient zum Umsteuern, die Details des Expansionsmechanismus waren aus den in der unten citirten Quelle befindlichen Zeichnungen nicht genau erkennbar. Mitte 1880 wurde in Woolwich eine längere Probefahrt mit einer derartigen 10^t schweren Locomotive ausgeführt, wobei in dem etwa 3^{cbm} fassenden Luftbehälter eine Anfangsspannung von 70^{atm} herrschte; nachdem die Maschine in 28 Minuten eine Strecke von 26^{km} durchlaufen hatte, war die Spannung auf 40^{atm} gesunken; nach beendeter Rückfahrt betrug dieselbe noch $5^1/_2{}^{atm}$. Das Füllen des Luftbehälters erforderte 15 Minuten. (Eisenbahn 1880, Bd. 13, S. 16 bis 17 und S. 114 bis 115 m. Abb.)

Neuerdings sind mit einer 11^t schweren Beaumont'schen Luftlocomotive auf der Metropolitan Railway in London Versuche angestellt worden, wobei dieselbe einen 9^t schweren Wagen eine Strecke von 20^{km} zog und auf mehreren Stationen anhielt. Bei der Abfahrt betrug die Luftspannung etwa 70, nach Beendigung der Probefahrt ungefähr 27^{atm}. (Organ 1881, S. 207.)

Während also Beaumont Maschinen und Luftbehälter nebst Zubehör in einem besonderen Wagen unterbringt, befestigt Scott-Moncrieff in ähnlicher Weise wie Mékarski die Luftbehälter nebst Maschine am Untergestelle des Strafsenbahnwagens selbst, andererseits jedoch führt er die auf etwa 20 bis 22^{atm} comprimirte Luft direct den Cylindern zu, ohne dieselbe vorher einer Spannungsverminderung zu unterwerfen. Die Veränderung der Cylinderfüllung, welche mit der allmählich abnehmenden Spannung in den Luftbehältern naturgemäfs zunehmen muss, wird mit Hülfe einer Meyer'schen Doppelschiebersteuerung bewirkt; mit der Schraubenspindel der Expansionsschieber ist eine Vorrichtung in Verbindung gebracht, welche selbstthätig eine Vergröfserung der Cylinderfüllung bei abnehmender Luftpressung bewirken soll. So sinnreich die hier zur Ausführung gebrachte Idee ist, so glauben wir doch nicht, dass dieser Regulirungsmechanismus sich in der Praxis bewähren wird; zudem muss er zeitweise aufser Thätigkeit gesetzt werden können, damit der Maschinenführer von Hand die Cylinderfüllung und dadurch die Leistung der Maschine zu reguliren im Stande sei. Eine Heizung der Cylinderwandungen oder eine Aufspeicherung von Wärme in der stark comprimirten Admissionsluft durch Sättigung derselben mit Wasserdämpfen hat Scott Moncrieff bei seiner Maschine nicht vorgesehen; es scheint uns daher, dass im Anfange jeder Betriebsperiode, wo durchschnittlich eine 7fache Expansion stattfinden müsste, wenn die Luft mit nur wenig mehr als einer Atmosphäre Spannung aus den Cylindern abströmen soll, die Abkühlung der letzteren so beträchtlich werden würde, dass dadurch der Betrieb unmöglich gemacht werden müsste. (Eine Beschreibung nebst Zeichnung der Scott-Moncrieff'schen Idee bringt Portef. économ. des mach. 1882, Märzheft, S. 37 bis 41; vergl. auch das oben citirte Werk von D. K. Clark.)

Wir sind überhaupt der Ansicht, dass die Anwendung comprimirter Luft für den Betrieb auf gewöhnlichen Strafsenbahnen viel zu kostspielig ist, als dass sie vorläufig mit Aussicht auf pecuniären Erfolg eingeführt werden könnte; nur bei unterirdischen Eisenbahnen und für den Verkehr durch sehr lange Tunnels dürfte die Einführung der Luftlocomotiven als wünschenswerth angesehen werden können.

Doch auch hier wird der Kostenpunkt häufig genug Ursache sein, dass man der gewöhnlichen Dampflocomotive mit directer Kesselfeuerung den Vorzug giebt, sobald Vorkehrungen getroffen sind, dass der aus dem Schornstein entströmende Dampf nebst den Verbrennungsproducten nicht nachtheilige Rückwirkungen auf den Betrieb und auf die Gesundheit der in den Tunnels oder den Stollen eines Bergwerkes befindlichen Personen auszuüben vermag. Als Beweis für diese Behauptung erwähnen wir einige Fälle, in welchen der Locomotivbetrieb bereits seit mehreren Jahren mit Erfolg und ohne Belästigung für die Arbeiter in Kohlengruben eingeführt worden ist. Engineering 22. Februar 1878, S. 142 bis 143 beschreibt eine für diesen Zweck von Burnham, Parry, Williams & Co. in den Baldwin Locomotive Works zu Philadelphia construirte kleine schmalspurige (3 Fufs engl.) vierrädrige Tenderlocomotive mit innenliegenden Cylindern und sattelförmig oberhalb des Kessels angeordnetem Wasserkasten. Ferner ist in den Kohlengruben von Resicza, Ungarn, seit längerer Zeit Locomotivbetrieb für den Förderstollen eingerichtet. Ingenieur C. Heinrich in Buda-Pest veröffentlicht über diese Anlage und die Mittel, welche man zur raschen Abführung der aus der Locomotivesse abströmenden Rauchgase und Dämpfe aus der Grube anwendet, einen interessanten Bericht in Engineering 28. Juni 1878, S. 507 und über die Construction der Locomotiven, nebst Beigabe einer Zeichnung, ebendaselbst 19. Juli 1878, S. 43; vergl. auch Bulletin de la soc. d'encourag. 1879, S. 332 bis 333 m. Abb.

Endlich werden aus den Kohlenminen von Cessous und Comberedonde seit 1876 die geförderten Kohlen und Steintrümmer auf einer nahezu horizontalen Strecke von rund $5{,}5^{km}$, die auf $3{,}2^{km}$ Länge innerhalb der Grube selbst und auf 956^m in zwei Tunnels liegt, mittelst Locomotivbetriebes zur Verladestation geschafft. Die Gesellschaft besitzt drei kleine vierräderige gekuppelte Tenderlocomotiven, von denen stets zwei im Betriebe sind, während die dritte in Reserve oder in Reparatur steht. Das Bulletin de la société de l'industrie minérale, Bd. 10, 1881, bringt auf S. 397 bis 410 eine genaue Beschreibung der ganzen Bahnanlage mit Beigabe von Zeichnungen, welcher wir einige Notizen, die Construction der Locomotiven betreffend, entnehmen.

Da die Spurweite des Gleises nur $0{,}770^m$ beträgt und wegen des beschränkten Raumes innerhalb der Grube besitzen die Locomotiven eine gröfste Breite von nur $1{,}600^m$, eine gröfste Höhe von Schienenoberkante bis Schornsteinoberkante von $2{,}100^m$ und eine totale Länge von Aufsenkante zu Aufsenkante Bufferbohlen von $4{,}600^m$, wozu noch beiderseits die 260^{mm} langen Buffer kommen. Von den unter dem Cylinderkessel in einem gegenseitigen Abstande von $1{,}300^m$ angeordneten Axen ist die hintere Treibaxe, die vordere Kuppelaxe, so dass zwischen dem Kolbenhube von $0{,}300^m$ und der Schubstangenlänge $1{,}520^m$ ein sehr günstiges Verhältnis besteht. Die Schieberkasten sind oberhalb der aufsenliegenden, 220^{mm} im Durchmesser haltenden Cylinder und somit auch sämmtliche Steuerungsorgane, System Stephenson, aufserhalb der Rahmen in bequem zugänglicher Weise angeordnet. Gegen die Räder der Treibaxe wirken die einseitig angreifenden Klötze einer Schraubenbremse. Der Cylinderkessel hat $0{,}700^m$ Durchmesser und enthält 78 Siederöhren von $2{,}300^m$ Länge und 35^{mm} lichter Weite, mit $18{,}9^{qm}$ Heizfläche, die Feuerkiste ist 606^{mm} lang und 696^{mm} breit und besitzt eine Heizfläche von $2{,}3^{qm}$ und eine Rostfläche von $0{,}42^{qm}$, die totale Heizfläche beträgt demnach $21{,}2^{qm}$, der Arbeitsdruck im Kessel 9^{atm}.

Zu beiden Seiten des Cylinderkessels sind auf mehreren an den Rahmenblechen befestigten Consolen die Wasserkasten gelagert, welche 950^l Wasser aufnehmen können, am Führerstand ist Raum zur Unterbringung von 400^{kg} Brennmaterial. Das Leergewicht der Locomotive beträgt 6^t, das Maximaldienstgewicht 8^t. Bei Annahme von 10^{km} Fahrgeschwindigkeit pro Stunde entwickelte die Locomotive, deren Zugkraft im Mittel 900^{kg} beträgt, eine Leistung von rund 33 Pferdestärken. Um die Unzuträglichkeiten, welche die dem Locomotivschornstein entströmenden Gase innerhalb des Stollens herbeiführen könnten, zu verhüten, stellte man am Eingange desselben einen Venti-

lator auf, welcher Luft in den Stollen hineintreiben musste; Dampf und Rauch entfernten sich dabei rasch durch die Ventilationsschächte. Beim Ansaugen des Ventilators dagegen wurden die Schienen derart feucht und schlüpfrig, dass die Locomotivräder fortwährend schleuderten, welcher Uebelstand auch durch Besanden der Schienen nicht beseitigt werden konnte, im Gegentheile wurden durch das Eindringen des Sandstaubes sämmtliche Zapfenlager sehr stark angegriffen; dagegen leistete ein vollständiges Abwaschen der Schienen mittelst nasser Besen die besten Dienste und stellte eine normale Adhäsion zwischen Schienen und Triebrädern wieder her.

(Das Abwaschen der Schienen behufs Herbeiführung normaler Adhäsion wird auch vom Maschinenmeister Stocker empfohlen, nach dessen Beobachtungen sich dasselbe unter anderem auf der Hauensteinstrecke der Schweizer Centralbahn sehr gut bewährt hat; es wird hier ein kräftiger Strahl etwa 50° C. warmen Wassers durch besondere Dampfstrahlpumpen dicht vor den Vorderrädern der Locomotive gegen jeden Schienenkopf in nahezu senkrechter Richtung geleitet; bei Güterzügen mit etwa 20km Geschwindigkeit verbrauchte man pro Locomotive und pro Kilometer Gleislänge ungefähr 120l Spülwasser. Vergl. Eisenbahn 1878, Bd. 8, S. 73 bis 80. Siehe auch Zeitschr. d. Ver. dtsch. Ing. 1882, S. 180.)

Die oben erwähnte Quelle giebt aufserdem eine Zusammenstellung der jährlichen Leistung dieses Locomotivbetriebes und die Unterhaltungskosten der Locomotiven sowie die Dauer einzelner der Abnutzung stark unterworfener Theile derselben.

Noch viel häufiger, als in den eben erwähnten Fällen, wird man sich beim Maschinenbetrieb auf Strafsenbahnlinien für die Wahl einer Dampflocomotive mit selbstständiger Kesselfeuerung entscheiden, einerseits wegen der geringeren Anlage- und Betriebskosten und andererseits wohl auch häufig deshalb, weil einer Heifswasser- oder Luftlocomotive doch stets eine gewisse Unselbstständigkeit anhaftet, infolge deren sie leicht in den Fall kommen kann, auf der Strecke in gröfserer oder geringerer Entfernung von derjenigen Station liegen bleiben zu müssen, woselbst eine Neufüllung des Wasser- bezw. Luftbehälters wieder erfolgen könnte. In der That beweist auch die grofse Zahl von Tramway-Locomotiven, welche bereits im Betriebe ist, dass sich bei Construction derselben diejenigen Bedingungen sehr gut erfüllen lassen, welche für die Anwendung des Locomotivbetriebes auf Strafsenbahnen gestellt werden, und von welchen wir einige im Eingange dieses Artikels erwähnt haben.

Hinsichtlich der Construction selbst ist zu unterscheiden, ob Kessel und Dampfmaschine mit dem Strafsenbahnwagen vereinigt sind, oder ob die Locomotive als selbstständiges Fahrzeug construirt ist, von welchem ein oder zwei angehängte Personenwagen gezogen werden.

Indem wir uns vorbehalten, auf die Erörterung der Frage, welches von beiden eben erwähnten Systemen im gegebenen Falle vorzuziehen sei, in dem nächsten Referate einzugehen, erwähnen wir nur noch, dass Ende 1881 einige interessante Probefahrten mit drei Strafsenbahnlocomotiven und einem mit Kessel und Dampfmaschine versehenen Strafsenbahnwagen auf den Walton Tramways bei Liverpool stattgefunden haben, über deren Verlauf nebst kurzer Beschreibung der Fahrzeuge berichtet wird in »Iron«, 11. Novbr. 1881, S. 401 bis 402.

L. P.

Extincteure.

Die Bestrebungen, diese von Charlier und Vignon (1864) herrührenden Feuerlöschgeräthe zu vervollkommnen, sind in den letzten Jahren so lebhafte gewesen, dass es wohl gerechtfertigt erscheint, ihre Resultate am Auge vorüberziehen zu lassen.

Die Figur stellt den Apparat in seiner ursprünglichen Einrichtung dar. Das Gefäfs A wurde nach vorhergegangener Lösung der Verschlussschraube C mit Wasser gefüllt, in welchem doppeltkohlensaures Natron aufgelöst war. Die Verschlussschraube trug eine Weinsteinsäure enthaltende Röhre B, deren unteres Ende mit einem Zuckerkörper verschlossen war. Nach Eindrehen der Schraube musste dieser sich auflösen, die Flüssigkeit kam mit der Weinsteinsäure in Berührung, Kohlensäure entwickelte sich, soweit sie nicht im Wasser aufgelöst verblieb, und dieses stand damit unter einem Drucke, welcher zum Spritzen genügt. Bei D war ein Hahn mit Schlauch und Mundstück angeschlossen.

Der Nachtheil, der sich bei diesem Apparat unangenehm geltend machte, bestand darin, dass vollständige Dichtheit sich nicht auf Jahre hinaus erzielen liefs. Infolge dessen nahm die Pressung im Gefäfse mit der Zeit ab, d. h. der Apparat wurde durch längere Aufbewahrung unbrauchbar. Dem begegneten Dick & Co. in Glasgow (1873) dadurch, dass sie die Entwickelung der Kohlensäure erst bewerkstelligten, wenn der Extincteur gebraucht werden sollte. Sie benutzten hierbei nicht Weinsteinsäure, sondern Schwefelsäure, die sie in einer gläsernen Flasche in das mit doppeltkohlensaurem Natron geschwängerte Wasser hängten. Ein von aufsen kommender, durch Stopfbüchse abgedichteter Bolzen legte sich gegen die Flasche. Im Gebrauchsfalle schlug man mit einem Hammer auf den Bolzen, die Flasche zerbrach und die Kohlensäureentwickelung begann mit grofser Heftigkeit. Durch Wiederholung und durch Ersetzen der alten Flasche durch eine neue mit Schwefelsäure gefüllte war der Apparat nach wenigen Minuten wieder verwendbar gemacht. Einen Nachtheil verursachten die Glassplitter, welche die Schlauchöffnung mehr oder weniger verstopften. Durch Einhüllung der Flasche in ein Drahtgeflecht kam man diesem Uebelstande bei. Vergl. auch D. R.-P. No. 1582 vom 17. Juli 1877. Babcock versah die Glasflasche mit einem von aufsen herausziehbaren Kork und ordnete sie drehbar an.

Raven & Zabel verwendeten statt der Glasflasche einen Bleicylinder so, wie es in dieser Zeitschrift Bd. XVII (1873), S. 294, Tafel IX, Fig. 4 u. 5 beschrieben ist. Der Abschluss der Schwefelsäure durch den Bodendeckel ist gegenüber zufälligen gegen den Apparat stofsenden Kräften nicht genügend gesichert. Diesem Bedenken suchten Löb & Strasser dadurch entgegenzuwirken, dass sie den Bleicylinder verschlossen einhängten und ihn im Gebrauchsfalle durchstachen. Dadurch wurde wieder eine alte Unvollkommenheit insofern eingeführt, als zu jeder Extincteurfüllung ein neuer Bleicylinder gehörte. Bandlas & Co. richteten das Bleigefäfs so ein, dass es von aufsen gefüllt werden konnte. Der Boden des Gefäfses war nach unten umklappbar mittelst einer von aufsen bewegten Schraube.

H. Ammann (D. R.-P. No. 784 vom 12. Sept. 1877) wendet eine aus Hartglas bestehende Säureflasche an, welche ebenso, wie bei Babcock, drehbar und durch einen Bleipfropfen verschlossen ist. Die Drehaxe befindet sich vor Ingangsetzung des Apparates unterhalb des Schwerpunktes der durch den Pfropfen am Drehen gehinderten Flasche. Nach Herausziehen des letzteren dreht sich diese und die Säure ergiefst sich in die Flüssigkeit.

Scharlach (D. R.-P. No. 1692 vom 14. August 1877) ordnet das bleierne Säuregefäfs aufserhalb des Extincteurgefäfses an dessen Seite an. Die Säure ist durch eine Bleiplatte von dem Inhalte des letzteren getrennt, welche behufs Inbetriebsetzung des Apparates durch einen Stempel mit vierkantiger Spitze durchstofsen wird. Durch Zusatzpatent No. 4419 ist an die Stelle der zu durchstofsenden Bleischeibe ein Ventil gesetzt worden.

Schwarzenberg (D. R.-P. No. 3775 vom 16. März 1878) zertrümmert das Glasgefäfs mit der Schwefelsäure durch Pressen einer Schraube gegen dasselbe.

Gust. Becker (D. R.-P. No. 3870 vom 27. Juli 1878) wählt einen unten offenen Säurebehälter, welcher sich für gewöhnlich gegen einen im Extincteurgefäfs befestigten Verschluss legt. Die Ingebrauchnahme des Apparates beginnt mit dem Abheben des Säurecylinders, infolge dessen die Säure ausfliefst.

Amsler (D. R.-P. No. 5274 vom 30. Aug. 1878) wendet eine mit Bleikugel abgedeckte Glasflasche an und giebt in der Patentschrift eine Detailconstruction des Verschlusses des Gefäfses.

Beyhl (D. R.-P. No. 8173 vom 27. Mai 1879) befestigt das Säureglas an der Verschlussschraube des Apparates, und zwar derart, dass sein offenes, jedoch mit starken Bleifolien bedecktes und unter Zuhülfenahme von Wachs abgedichtetes Ende nach unten zu liegen kommt. Bei Benutzung des Extincteurs wird dieser Glasverschluss durch einen von aufsen beweglichen Kegel durchstofsen.

Böhle (D. R.-P. No. 15684 vom 9. Nov. 1879) hält an der zu zerbrechenden Glasflasche fest. Jarvie und Miller (D. R.-P. No. 12058 vom 16. März 1880) hängen das Säuregefäfs so auf, dass dasselbe fallen gelassen werden kann, wobei es sich infolge Anordnung einer Kette, welche einerseits am Boden des Gefäfses, andererseits am Deckel des Extincteurs befestigt ist, dreht und seinen Inhalt ausgiefst.

Raydt (D. R.-P. No. 15039 vom 21. Oct. 1880) verwendet tropfbarflüssige Kohlensäure (bei 0° 36 Atmosphären Druck), welche in das zu verspritzende Wasser eingeleitet wird. Für gröfsere Extincteure dürfte diese Art und Weise, das letztere unter Druck zu setzen, wohl das rationellste der bis jetzt bekannten Mittel sein. Alle Unannehmlichkeiten, welche durch Verwendung von Chemicalien, insbesondere von Säuren entstehen und entstehen können, fallen fort. Infolge dessen ist man auch bei der Benutzung der Combination von Dampffeuerspritze mit Extincteur (Witte und C. Buch, D. R.-P. No. 8749 vom 29. Juni 1879) zur Verwendung tropfbar flüssiger Kohlensäure übergegangen. Zweck dieser Combination ist Schaffung eines Löschapparates, welcher mit kleiner Bedienungsmannschaft sofort zum ersten Angriffe gegen das Feuer vorgehen and denselben ununterbrochen fortsetzen kann. Der erste Theil dieser Aufgabe wird gelöst durch den Extincteur, welcher das Wasser zum Löschen (ca. 600 Liter) und die zur Bewegung desselben erforderliche mechanische Arbeit (zunächst noch an gewisse Substanzen, jetzt also an flüssige Kohlensäure gebunden) mit sich führt — der zweite Theil durch die Dampffeuerspritze.

Die Verwendung comprimirter Luft für Spritzen ist schon im vorigen Jahrhundert versucht worden. In neuerer Zeit hat u. a. Engel-Grofs diese Idee wieder aufgenommen bei seinen grofsen Gasspritzen, welche etwa 1500 Liter Wasser und 500 Liter auf 20 Atmosphären comprimirter Luft enthalten. C. B.

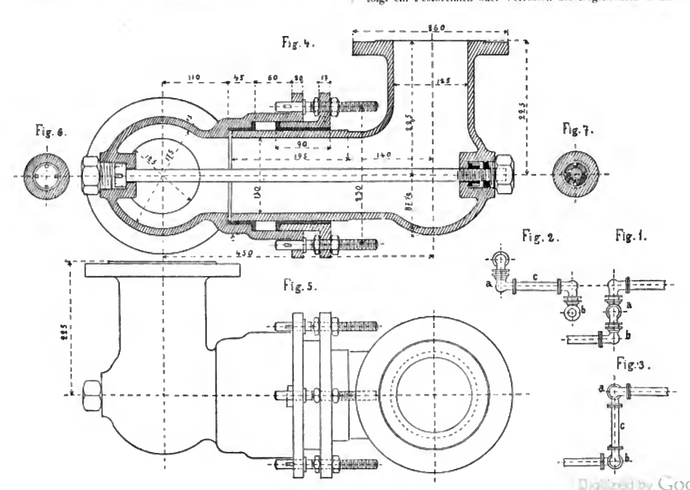
Compensations-Doppelkrümmer für lange Dampfrohrleitungen.

Zur Compensation der Ausdehnung der auf den Schacht-Anlagen des Saarbrücker Bergrevieres befindlichen Dampfrohrleitungen bedient man sich verschiedener Mittel und Einrichtungen, von denen einige hier angeführt werden sollen.

Auf einzelnen Gruben steht eine Verbindung von gewöhnlichen, gusseisernen Krümmern in Anwendung, welche so angeordnet sind, dass bei Ausdehnung oder Zusammenziehung der Leitung sich die Flanschen dieser Krümmer gegeneinander verdrehen, was natürlich eine mehrmalige Richtungsänderung der Leitung und das Einschalten eines mehr oder minder langen, geraden Rohrstückes zwischen den Krümmern, welches bei der Bewegung der Leitung frei schwingen kann, bedingt. Bei kürzeren Rohrsträngen kommt man mit dieser Einrichtung, die den Vortheil besitzt, billig in der Anlage zu sein, wohl aus; sie hat aber den Nachtheil, dass die einzelnen Rohrstücke an der Compensationsstelle eine Zwängung erleiden, weil die Flanschen, die sich gegeneinander verdrehen, durch die Dichtungsschrauben fest aufeinander gepresst sein müssen, und dass ferner der zwischenliegende Dichtungsring nach geraumer Zeit durch die entstehende Reibung zerstört wird.

Statt der gusseisernen Krümmer hat man auch bei längeren Leitungen Kupferrohre in U S- und L-Form angewandt, die theils allein durch ihre Biegsamkeit, theils durch die Biegsamkeit im Verein mit Drehflanschen die Compensation bewirken. Diese Kupferrohre zeigen sich aber wenig haltbar, indem Risse in der Löthnaht häufig vorkommen.

Gewöhnliche in die Leitungen eingebaute Stopfbüchsenrohre, deren Degenrohre sich in axialer Richtung verschieben, finden sich auch vor. Dieselben bleiben da, wo tägliche Ausdehnung und Wiederzusammenziehung der Leitung stattfindet, wohl beweglich. Befindet sich aber die Leitung längere Zeit unter Dampfdruck, oder steht sie einige Zeit kalt, so erfolgt ein Festbrennen oder Verrosten des Degenrohres in der



Stopfbüchse, so dass dasselbe alle Beweglichkeit verliert und die einzelnen Theile häufig nur mit Anwendung von Gewalt, wobei dann leicht Bruch erfolgt, auseinandergebracht werden können.

Besser als die vorstehende ist jedoch diejenige Anordnung der Stopfbüchsenrohre, bei welcher das Degenrohr um die Rohraxe gedreht wird, weil hier ein Festbrennen nicht so leicht eintreten kann. Eine solche Ausführung ist mit bestem Erfolge von dem Maschinenwerkmeister Herrn Haarbeck zu Grube Itzenplitz bei einer durch einen Schacht geführten Dampfleitung gemacht worden. Bei der von demselben angewendeten Construction wird das Stopfbüchsenrohr durch zwei aufsenliegende Schraubenbolzen, welche mit ihren Enden durch Traversen gehen und zwischen denen sich die Stopfbüchse befindet, gegen das Auseinandertreiben durch den Dampfdruck gesichert.

Einfacher und gefälliger als diese Construction dürfte wohl die folgende sein, welche neuerdings bei einer durch einen Schacht der Grube Friedrichsthal geführten, zur Speisung einer unterirdischen Wasserhaltungsmaschine dienenden Dampfleitung in Anwendung gekommen ist.

In den Figuren 1 bis 3 ist die Anwendung des Apparates in einer horizontalen Leitung gezeigt. *a* und *b* sind die beiden in die Rohrleitung eingeschalteten Stopfbüchsendoppelkrümmer, zwischen denen sich ein gerades Rohr *c* befindet, welches letztere mit den damit verschraubten Theilen der Stopfbüchsenrohre bei der Dehnung oder Zusammenziehung der Leitung in horizontaler Richtung frei schwingt. Die beiden Hauptheile des in den Fig. 4 bis 7 dargestellten Stopfbüchsenkrümmers werden durch eine im Rohrinnern verborgene Zugstange, an deren Mutter vermittelst eines Kupferstiftes, Fig. 7, eine Schraubensicherung geschaffen ist, zusammengehalten. Im übrigen ist die Construction aus der Zeichnung klar ersichtlich.

Busse.

Litteratur.

Levesun Francis Vernun-Harcourt, M. A. **A treatise on Rivers and Canals.** 1 Band Text 8. 352 Seiten und ein Band mit 21 Tafeln. Oxford, Clarendon Press. 1882.

Das vorliegende Werk ist ein Leitfaden zu einer Vorlesung über Fluss- und Kanalbau, welche der Verfasser an der Militär-Ingenieurschule zu Chatham im Jahre 1880 gehalten hat. Der Inhalt beschränkt sich auf kurze Beschreibungen der obwaltenden physikalischen und meteorologischen Erscheinungen, führt die verschiedenen hydrometrischen Methoden und die Messinstrumente an, sowie die empirischen Formeln, welche die Bewegungen des Wassers in offenen Kanälen zum Ausdrucke bringen. Es folgen kurze Beschreibungen von Bagger- und Rammmaschinen, Faschinenbau, Gründungen, von Apparaten zum Transport von Schiffen von einer Wasserfläche zu einer anderen (Schleusen, geneigte Ebenen, senkrechte Aufzüge); ferner Wehrbau, Quaimauern, Thalsperren, bewegliche Brücken.

Weitere Abtheilungen des Werkes behandeln die Binnenlandskanäle, die Kanäle für Seeschifffahrt und den Flussbau in Niederungsländern; der Schluss des Werkes wird gebildet durch Beschreibung der Verbesserungen der Flüsse im Gebiete der Ebbe und Flut der See, sowie endlich der Mündungen von Flüssen in Binnenmeeren ohne wesentliche Flutschwankungen.

Es ist natürlich, dass der Verfasser den englischen Wasserbauverhältnissen den gröfsten Theil seines Buches zuwendet, auch scheinen ihm die Wasserbauten Hollands und Frankreichs genauer bekannt zu sein; Amerika wird bei Gelegenheit der Verbesserungen der Schifffahrtswege in der Mündung des Missisippi, bei dem begonnenen Panamakanal und bei einigen Binnenlandskanälen erwähnt, Deutschland ist ihm ein ziemlich unbekanntes Land, auch wird Italien kaum berührt.

Obgleich in dem vorliegenden Werke Harcourt's dem fachkundigen Hydrotekten wesentlich Neues nicht geboten wird, da wohl ausnahmslos die behandelten Gegenstände in englischen, holländischen und französischen Veröffentlichungen ausführlich besprochen sind, so besitzt doch dasselbe insofern einen nicht zu unterschätzenden Werth, namentlich für den Studirenden, weil die der neueren Zeit angehörenden Fortschritte der technischen Hydraulik hier in gedrängter Kürze mitgetheilt werden. Insbesondere erscheint der letztbehandelte Gegenstand, die Verbesserungen an den Flussmündungen, anziehend und werth der Beherzigung. Englands Blüte der Schifffahrt hängt nicht zum kleinsten Theile mit den vortrefflichen für Seeschiffe geeigneten Wasserstrafsen zusammen, welche ermöglichen, dass der überseeische Handel weit in das Innere des britannischen Inselgebietes eindringen kann. Ein grofser Theil dieser Wasserstrafsen ist künstlich geschaffen oder doch ganz wesentlich verbessert worden.

Deutschlands Küsten, namentlich an der Nordsee, werden Gelegenheit bieten, von dem in anderen Ländern unter ähnlichen Verhältnissen erprobten oft genug guten Nutzen zu ziehen.

H. St.

Zuschriften an die Redaction.

Gotha, den 1. Juli 1882.

Geehrter Herr Redacteur!

Im Aprilhefte der Zeitschrift finden wir in dem Aufsatze »Neuere Bremsen« von Hrn. A. Ernst, Ingenieur und Lehrer an der höheren Gewerbeschule zu Halberstadt, über die von uns gebauten Stauffer-Mégy'schen Patentaufzüge verschiedene Mittheilungen, welche der Berichtigung bedürfen. Die betreffenden Stellen lauten:

1. »Um ein vorzeitiges Anpressen der Bremsklötze bei langsamer Rotation, vor allem beim Lastaufwinden, zu verhindern, ist um die Sectoren ein Stahlreif gelegt, dessen Federkraft zunächst überwunden werden muss, bevor die Centrifugalkraft die Klötze gegen den Trommelumfang selbst presst und die Bremsung beginnt. Bei dieser Anordnung schleifen die Bleiklötze zum Theil am Trommelboden«;
2. »während sich gleichzeitig dieselben nach aufsen drängen, erweitern sich die Zwischenräume zwischen den einzelnen Sectoren. Ein Schlagen der losen Klötze gegen einander ist hierbei unausbleiblich«;
3. »und diese wachsenden Stöfse und Hemmungen äufsern indirect einen Einfluss auf die Gleichförmigkeit der Bremsung«;
4. »indessen ist die Abnutzung der Lederbandage jedenfalls gröfser als der Verschleifs an Metallflächen«;
5. »der Stauffer'schen Anordnung fehlt die Möglichkeit einer Regulirung der Federspannung«.

Hierauf entgegnen wir:

zu 1. Die Anordnung ist derartig, dass die Bleiklötze auf beiden Stirnseiten durch flache, an der Rotation theilnehmende Scheiben begrenzt werden, mithin eine Berührung der Bleiklötze mit dem Trommelboden sowie ein Schleifen auf demselben nicht stattfinden kann.

zu 2. Die Regulatoren werden auf zweierlei Weise ausgeführt: einestheils dergestalt, dass sich die Bleiklötze in einzelnen durch radiale Rippen im Gehäuse gebildeten Kammern befinden, in welchem Falle eine Berührung der Bleiklötze unter einander überhaupt nicht stattfindet. (Der Grund zu dieser Einrichtung wird später angegeben werden.) Anderentheils geschieht die Ausführung, und zwar in den meisten Fällen, derartig, dass die Regulatorgehäuse nicht mit jenen Zwischenwänden versehen sind. In letzterem Falle liegen die Bleiklötze im Zustande der Ruhe geschlossen neben einander und entfernen sich bei der Normalgeschwindigkeit, während sich die umschliefsende Feder aufbiegt, je nach Durchmesser und Zahl der Sectoren um 1 bis 2mm von einander. Eine etwaige Verschiebung um diesen geringen Zwischenraum kann ein bemerkbares Aneinanderschlagen nicht zur Folge haben.

Nach wenigen Umdrehungen tritt der Beharrungszustand ein, bei welchem die Klötze durch die Centrifugalkraft fest an den Umfang gepresst werden. Ein Grund zur Veränderung der relativen Lage der Bleiklötze oder zum Anschlagen derselben unter einander liegt dann gar nicht mehr vor.

zu 3. Der aus jener falschen Voraussetzung gezogene Schluss, dass Stöfse und Hemmungen entstehen, welche die Gleichförmigkeit der Bewegung beeinflussen, erweist sich demnach ebenfalls als unrichtig und wird noch durch die bemerkenswerthe Thatsache widerlegt, dass die Wirkung der Bremsklötze

in den mit Kammern versehenen Regulatoren genau dieselbe ist wie in den Apparaten, in welchen die Klötze ohne Zwischenwände neben einander liegen.

Unzählige Ausführungen bestätigen, dass der Stauffer-Mégy'sche Centrifugalregulator eine aufserordentliche Gleichmäfsigkeit der Bewegung hervorruft und in dieser Eigenschaft durch spätere im Princip ihm folgende Constructionen nicht übertroffen worden ist.

zu 4. Die Anwendung von Lederbandagen verfolgt neben anderen Zwecken insbesondere den: irgend welche Metallflächen im Innern des Apparates vom Verschleifs durch die Bremswirkung auszuschliefsen und einen Theil einzuschalten, der, wie ein Lederstreifen, an jedem Platze mit leichter Mühe ausgewechselt werden kann. Zudem bemerken wir, dass von den seit 8 Jahren gebauten Aufzügen uns nicht ein einziger bekannt geworden ist, welcher die Auswechselung der Bandage infolge von Abnutzung erfordert hätte.[1])

zu 5. Welcher Theil am Bremsapparate zur Regulirung der Wirkung eingerichtet ist, ist gleichgültig.

Die meisten Aufzüge werden für die von uns zu Grunde gelegten normalen Fallgeschwindigkeiten gebaut und justirt, und ist eine Nachjustirung nicht erforderlich. Werden indes andere als die normalen Fallgeschwindigkeiten verlangt, so wird das Kammersystem im Regulator angewendet und die Regulirung durch die Zahl der eingesetzten Bremsklötze, deren jedem eine Kammer zugehört, bewirkt.

Mit dem ergebenen Ersuchen, vorstehende Zeilen in der Vereinszeitschrift zum Abdrucke zu bringen, zeichnen

hochachtungsvoll

Briegleb, Hansen & Co.,
zur Ausführung der Stauffer-Mégy'schen Patentaufzüge im deutschen Reiche allein Berechtigte.

Geehrte Redaction!

Auf die Zuschrift der Herren Briegleb, Hansen & Co. erwidere ich, dass die bezüglichen Entgegnungen ad 1 und 2 zunächst meine eigenen früheren Angaben dahin bestätigen, dass die Centrifugalbremsklötze der Mégy-Stauffer'schen Winde durch ihre lose Anordnung als radial verschiebbare Sectoren unter der Einwirkung der Centrifugalkraft einen erweiterten Spielraum erhalten. Dies tritt ein, gleichgültig ob die Klötze mit oder ohne radiale Trennungsrippen im Gehäuse angeordnet sind. Mit dieser Thatsache ist die unbestreitbare Möglichkeit verknüpft, dass sich die Klötze beim Auseinanderfliegen aufser in radialer auch in tangentialer Richtung verschieben, und diese letztere Wirkung, welche die beabsichtigte Bremsung durch Centrifugalpressung nicht unterstützt, sondern dieselbe nur störend beeinflussen kann, muss in den Anfangsstadien des Antriebes des Bremsregulators unbedingt eintreten, da aufser der Centrifugalkraft auf jeden einzelnen der losen Sectoren das Eigengewicht einwirkt. Das Eigengewicht bewirkt aber das Zusammenschlagen der radialen Flächen in allen Klotzlagen, die von den beiden verticalen abweichen, und dabei ist es gleichgültig, ob die Klötze gegeneinander oder gegen Isolirrippen des Gehäuses fallen. Der Anschauung der Herren Briegleb, Hansen & Co., wonach der Umstand, dass sich Centrifugalregulatoren mit und ohne Isolirkammern in der Wirkung gleich verhalten, ein Beweis dafür sein soll, dass störende Schläge und Reibungen zwischen den radialen Flächen überhaupt nicht stattfinden, kann ich daher nicht beipflichten. Aus der innerhalb gewisser Grenzen freien Beweglichkeit der Sectoren resultirt ferner auch ein Schurren an den Stirnflächen, welches allerdings vermindert wird, wenn man die Klötze zwischen Platten lagert, die an der Rotation theilnehmen. Die störenden Einwirkungen hören erst auf, wenn die Bremsklötze sich fest gegen den Trommelumfang gepresst haben, und wenn dies auch nach wenigen Umdrehungen eintritt, so wiederholen sich dieselben Erscheinungen doch im Anfange jeder neuen Bremsperiode, und durch die Häufigkeit der Wiederkehr erweitern sich die ursprünglich kleinen Spielräume mehr und mehr.

Die Becker'sche Anordnung vermeidet diese Uebelstände dadurch, dass sie in einfachster Weise den Klötzen feste Drehbahnen giebt, und gleicht die wechselnde Einwirkung der Schwerkraft, welche in den verschiedenen Klotzlagen die Centrifugalkraft bald unterstützt, bald abschwächt, dadurch aus, dass sie die einzelnen Klötze durch Hängeschienen an einer gemeinsamen, frei drehbaren Büchse kuppelt.

Dass die Abnutzung der Lederbandage grösser ist, als die von Metallflächen unter sonst gleichen Verhältnissen, wird nicht durch die Angabe widerlegt, dass sich bei den bisher in Betrieb befindlichen Winden von Briegleb, Hansen & Co. nach jahrelangem Gebrauche niemals die Nothwendigkeit ergeben habe, die Bandage des eingetretenen Verschleifses halber zu erneuern. Wenn die Lederbandagen gewählt sind, um nach eingetretener Abnutzung eine Erneuerung möglichst bequem ausführen zu können, so ist es jedenfalls noch bequemer, eine im übrigen genügend wirksame und einfache Bremsklotzconstruction zu wählen, welche derartige Reparaturen für eine noch längere Reihe von Jahren ganz ausschliefst. Die Stauffer'sche Bremse bedingt die Anwendung einer Lederbandage als Reibzeug, um bei der einfachen Centrifugaldruckwirkung der Klötze eine genügend starke Reibung zu erzielen. Damit komme ich nochmals auf den Hauptunterschied zwischen der Becker'schen und der Stauffer'schen Anordnung.

Die Ausnutzung einer Hebelübersetzung für die Steigerung des Bremsdruckes durch die sichelförmige Gestalt der Klötze und ihre beschränkte Druckfläche in unmittelbarer Nähe des Drehzapfens, erhöht den Effect der Becker'schen Bremse wesentlich im Vergleiche zur Stauffer'schen und gestattet bei gleichem Klotzgewichte und gleichem Bremsscheibendurchmesser wesentlich geringere Tourenzahlen, bezw. bei gleicher Tourenzahl compendiösere Construction. Diese Eigenschaft ist unbedingt wichtig. Die Becker'sche Bremse gestattet beispielsweise eine Anordnung auf gewöhnlichen Kurbelwellen und beschränkt deren Tourenzahlen auf Geschwindigkeitsgrenzen, welche Kurbeldeformationen durch Centrifugalkraft ausschliefsen. Die Stauffer'sche Bremse lässt sich direct auf der Kurbelwelle in einigermafsen mäfsigen Dimensionen nur mit einer Sicherheitskurbel combiniren, die während der Bremsperiode aus dem Triebwerk ausgeschaltet wird, da die Bremse zur hinreichenden Wirkung eine Tourenzahl erfordert, welche gewöhnliche Kurbeln unzweifelhaft der Gefahr der Deformation aussetzt. Ebenso dürfte nur die Becker'sche Bremse sich durch ihre compendiöseren Formen zur Anwendung als Sicherheitsfallbremse bei Fahrstühlen eignen und sind mir ähnliche Verwendungen der Stauffer'schen Bremse nicht bekannt.

Ich halte daher meine Ueberzeugung aufrecht, dass die Becker'sche Centrifugalbremse eine eigenartige Verbesserung des Stauffer'schen Grundprincipes sowohl in der Gesammtwirkung des Apparates wie in der speciellen Anordnung und Wahl der Details ist, ohne Hrn. Stauffer den Ruhm schmälern zu wollen, dass er, wie ich ausdrücklich hervorgehoben habe, der Erfinder des wichtigen Grundprincips der Centrifugalbremsen ist, und stimme ohne Rückhalt in das im Decemberhefte der Zeitschrift im verflossenen Jahre von Hrn. Daelen abgegebene Urteil ein, dass sich die von der Firma Briegleb, Hansen & Co. gelieferten Stauffer-Mégy'schen Winden durch sorgfältige Ausführung auszeichnen, infolge deren sich die Construction besser bewährt, als man ursprünglich in Fachkreisen erwartete; aber auch das Gute ist noch der Verbesserung fähig.

Halberstadt, den 7. Juli 1882. Hochachtungsvoll

Ad. Ernst.

---

[1]) Ueberhaupt sind uns nur 2 Fälle von Auswechselung der Bandagen bekannt geworden, welche aber aus anderen Gründen veranlasst waren.

Berichtigung.

Im Julihefte dieses Jahrganges, Seite 416, Zeile 5 von unten muss es heifsen: »Anzahl« statt »Unzahl«.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 45/46.

ZEITSCHRIFT
DES
VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1882. Band XXVI. Heft 9. Septemberheft.

Der Bergbau auf der Pariser Elektricitäts-Ausstellung.

Von **W. Schulz.**

(Vortrag, gehalten im Aachener Bezirksverein.)

Dass bei den Bestrebungen, die Elektricität der Industrie dienstbar zu machen, auch der Bergbau eine seiner Wichtigkeit entsprechende Berücksichtigung auf der Pariser Elektricitäts-Ausstellung finden würde, war zu erwarten; der Bergingenieur, welcher auf derselben Neues und Interessantes für sein Fach zu finden hoffte, wurde nicht enttäuscht.

Der Bergbau war auf der Ausstellung vertreten durch Apparate

A. für die Wetterführung,
B. zur Beleuchtung der Grubenräume,
C. zur Erleichterung der Gewinnungsarbeiten,
D. für die Aufbereitung von Erzen,

von denen an dieser Stelle nur diejenigen besonders eingehend betrachtet werden sollen, die Neues und Eigentümliches boten.

A. Apparate für die Wetterführung.

Sie lassen sich, soweit sie auf der Ausstellung vertreten waren, in drei Gruppen theilen,

erstens: in Apparate, die zur Controle des Gehaltes der Grubenwetter an Grubengas dienen,
zweitens: in Apparate zur Unschädlichmachung der Schlagwetter,
drittens: in Apparate zur Tarirung der Anemometer.

Besonders reichhaltig war die Ausstellung an Apparaten der ersten Gruppe, die in zwei Kategorien geschieden werden können, nämlich

a) in solche, die bezwecken, den Gehalt der Grubenwetter an Grubengas in Procenten anzugeben,
b) in solche, welche Signale ertönen lassen, wenn der Gehalt der Wetter an Grubengas einen bestimmten Grad erreicht hat; sie sollen Warnungsapparate genannt werden.

Unter den Apparaten der Kategorie a) steht obenan das automatische Grisoumeter von M. D. Monnier, Professor der Chemie an der Universität Genf. Dieser Apparat beruht auf der Eigenschaft des glühenden Platins, in einem Gemische von Grubengas mit überschüssiger Luft die Verbindung des ersteren mit Sauerstoff zu bewirken.

Die bei dieser Verbrennung des Grubengases eintretende Volumenverminderung ist nun bekanntlich doppelt so grofs, wie das im Gasgemische ursprünglich enthalten gewesene Volumen Grubengas. Lässt man daher die Verbrennung desselben in einem Gefäfse vor sich gehen, das mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung steht, so wird das Quecksilber in dem einen Manometerschenkel um so viel steigen, wie der gedachten Volumenverminderung entspricht; bei entsprechender Graduirung des Manometers wird man also den Gehalt des im Gefäfse eingeschlossen gewesenen Gasgemisches an Grubengas direct ablesen können.

Der Zweck des Monnier'schen Apparates ist nun, dieses Ablesen, das in der Grube stattfinden müsste, zu ersetzen durch das Ablesen an einem Zeigerwerke, welches über Tage, beispielsweise in dem Bureau des Betriebsführers, aufgestellt ist; ferner, in dem in der Grube aufgestellten Theile des Apparates in kurzen Intervallen solche Verbrennungsanalysen auszuführen, und zwar automatisch, so dass der betreffende Apparat keinerlei Wartung bedarf, ist er vor dem Ingangsetzen einmal regulirt worden.

Der Monnier'sche Apparat zerfällt in zwei Theile,[1]) in dem einen findet die Verbrennungsanalyse statt, — er wird vom Erfinder der Analyseur genannt und kommt in der Grube zur Aufstellung — der andere Theil des Apparates giebt die Resultate der Analyse über Tage an, der Erfinder nennt ihn Recepteur. Von dem Analyseur ist in den Fig. 1, 2 und 3 eine rein schematische Skizze gegeben, in Wirklichkeit sind die einzelnen Theile des Analyseurs auf den beiden Flächen einer starken Metallplatte befestigt, welche mit einer Bodenplatte verschraubt ist. Zum praktischen Gebrauche setzt man den Analyseur in einen dicht schliefsenden Kasten von etwa $^3/_4$ qm Grundfläche und etwa 0,35 m Höhe, welcher nur an einer Wand durchbohrt ist, um das Rohr oder den Schlauch *l* in Fig. 1, durch welches die zu untersuchenden Wetter angesaugt werden, hindurch zu lassen.

Zunächst soll eine Beschreibung des Analyseurs und seiner Thätigkeit folgen.

Er besteht im wesentlichen aus einem kleinen Verbrennungsrohr *o* in den Fig. 1 und 3, vom Erfinder Bruleur genannt, mit eingeschmolzenem Platindraht. Das zugehörige Manometer ist mit *m* bezeichnet. Dieses ist so eingerichtet, dass das Quecksilber aus demselben nicht herausgeschleudert werden kann, wenn einmal die Wetter im Verbrennungsrohre explodiren sollten. Der Grad des Steigens des Quecksilbers im Manometer nach jeder Verbrennungsanalyse wird auf ein magneto-elektrisches Schaltwerk — den sogenannten Transmetteur — übertragen, von welchem Fig. 3 ein Bild giebt. Um die Bewegung des Quecksilbers im Manometer auf das Schaltwerk zu übertragen, sind in das Manometerrohr acht Platindrähte eingeschmolzen, und zwar in Höhen über dem Nullpunkte des Manometers, welche dem Stande des Quecksilbers nach erfolgter Verbrennung von 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8 pCt. Grubengas in den zu untersuchenden Wettern entsprechen. Die praktische Bestimmung dieser Höhen wird später noch ausführlich erörtert werden. Diese Platindrähte vermitteln die Leitung des elektrischen Stromes aus dem Quecksilber des Manometers zum Schaltwerke, worauf noch zurückgekommen werden wird.

[1]) Die Beschreibung des Apparates ist entlehnt aus den »Archives des sciences physiques et naturelles«, troisième période, Tome V, S. 331 ff.

Man kann in eine Leitung 4 bis 5 Apparate an verschiedenen Stellen der Grube einschalten. Beim gleichzeitigen Gebrauch von vier Apparaten muss man dann die zugehörigen, beispielsweise mit 1, 2, 3 und 4 bezeichneten Uhren so einstellen, dass jede Uhr höherer Nummer 15 Minuten mehr zeigt, als die Uhr der nächsten niedrigeren Nummer. Die Uhr des Central-Recepteurs wird dann die Einstellung auf Null jede Viertelstunde vermitteln.

Bezüglich der Justirung des Verbrennungsrohres und seines Manometers bleibt noch folgendes anzuführen:

Monnier will durch verschiedene Versuche gefunden haben, dass die Anzeigen des Manometers immer übereinstimmende Resultate ergeben, wenn man dafür sorgt, dass die Umstände, unter denen die Versuche vor sich gehen, gleiche sind, d. h. wenn die Zeitdauer der Verbrennung bezw. des Glühens des Platindrahtes, die Temperatur der den Apparat umgebenden Luft und der Luftdruck unverändert bleiben. Andererseits behauptet Monnier, dass der Barometerstand wenig Einfluss auf die Resultate der Verbrennungsversuche äufsere, der Einfluss der Temperatur der Luft indessen gröfser sei, sich aber erst innerhalb so weit aus einander liegender Grenzen äufsere, dass die in den Gruben vorkommenden Temperaturschwankungen nicht berücksichtigt zu werden brauchen, wenn nur der Apparat einmal für die mittlere Grubentemperatur regulirt ist. Monnier setzt voraus, dass sein Apparat in einer Strecke aufgestellt wird, wo die Temperatur zwischen 30 und 40° C. schwankt. Er regulirt dann den Apparat für eine mittlere Temperatur von 35° C., indem er denselben in ein Luftbad von 35° C. bringt, die Höhe der Quecksilbersäule, welche das Manometer nach einer Verbrennung von 5 Volumen Grubengas in 95 Volumen Luft anzeigt, bestimmt, diese Höhe durch 5 theilt und auf diese Weise die einem Gehalte an Grubengas von 1 pCt. entsprechende Höhe der Quecksilbersäule im Manometer erhält.

Behufs Controlirung dieser Bestimmung wiederholt Monnier dann den Versuch unter denselben äufseren Umständen mit Gemischen, die 2, 4, 6 und 8 pCt. Grubengas enthalten, um genau die einem Gehalte von 1 pCt. Grubengas entsprechende Höhe der Quecksilbersäule zu erhalten.

Würde nun diese Höhe z. B. zu 8mm, vom Nullpunkte der Manometerscala an gerechnet, betragen, so sind die Höhen derjenigen Quecksilbersäulen, welche einem Gehalte des zu untersuchenden Wettergemisches von 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8 pCt. entsprechen, bezw. 16, 24, 32, 40, 48, 56 und 64mm, und müsste in diesen Höhen das Manometerrohr durchbohrt werden behufs Einschmelzung der Platindrähte. Anfertiger des Apparates ist der Mechaniker M. de Meuron in Genf. Der Preis konnte nicht in Erfahrung gebracht werden.

Was die praktische Brauchbarkeit des Apparates betrifft, so wird derselbe vielleicht das Coquillon'sche Grisoumeter ersetzen können, besonders dort, wo man in regelmäfsigen Zeiträumen die Wetter auf ihren Gehalt an Grubengas untersucht und wo man diese Untersuchung über Tage vornimmt. Der Apparat macht jedenfalls den Betriebsbeamten unabhängig von demjenigen Beamten, dem sonst die regelmäfsige Wetteranalyse mittelst des Coquillon'schen Grisoumeters oder eines anderen Apparates übertragen ist. Ferner bietet der Monnier'sche Apparat ein gutes Mittel zur Controle der stattfindenden Wetteruntersuchungen, denn er kann unter ganz sicherem Verschlusse stehen, seine Anzeigen also von Unbefugten nicht beeinflusst werden.

Ob es sich bewähren wird, den Apparat in der Grube aufzustellen, muss die Praxis lehren. Mit der Zeit wird jedenfalls dort, wo viele Staubtheile in den Wettern enthalten sind, das Verbrennungsrohr und Manometer untauglich werden; denselben nachtheiligen Einfluss werden wohl auch die sich condensirenden Wasserdämpfe äufsern, eine stete Ueberwachung des Apparates wird mithin angezeigt erscheinen, die in der Grube auszuführen viel umständlicher ist als über Tage.

Endlich fragt es sich, ob bei zu grofser Anreicherung der Wetter mit Grubengas die dann im Verbrennungsrohr stattfindenden heftigen Explosionen nicht den Apparat zerstören werden. Monnier scheint dies allerdings zu bestreiten (l. c. S. 337).

Eines Versuches in der Praxis ist der geistreich erfundene Apparat aber wohl unter allen Umständen werth.

Als zweiter Apparat der Unterabtheilung a) der ersten Gruppe ist das Grisoumeter vom Bergingenieur L. Somzée in Brüssel anzuführen. Dieser in Fig. 4 und 5 abgebildete Apparat nutzt die Unterschiede aus, welche manche Gasarten bezüglich der Fähigkeit, Wärmestrahlen zu absorbiren, zeigen. Bekanntlich verhalten sich die einfachen Gase und die Luft zu den dunkeln Wärmestrahlen fast völlig diatherman, d. h. sie lassen fast alle Wärmestrahlen durchgehen, auch ändert sich ihre Temperatur selbst unter dem Einflusse sehr kräftiger Wärmestrahlen nicht merklich.

Die zusammengesetzten Gase dagegen zeigen sich, verglichen insbesondere mit Luft, mehr adiatherman. Dasselbe Verhalten zeigen Gemische von Luft mit zusammengesetzten Gasen. Lässt man daher Wärmestrahlen durch ein Gemisch von Luft mit Grubengas gehen, so werden dieselben zum Theil absorbirt, und zwar ist

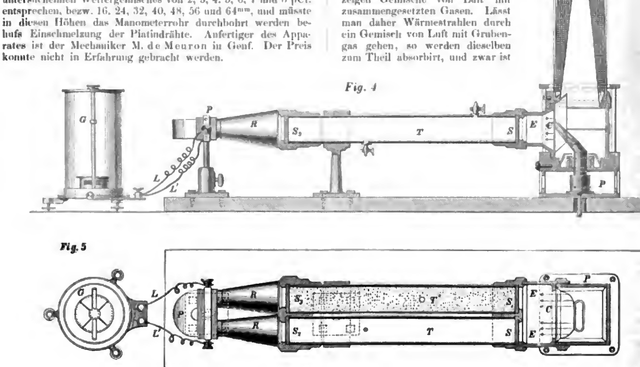


Fig. 4

Fig. 5

die Absorption um so stärker, je gröſser der Gehalt des Gemisches an Grubengas ist, während reine Luft nur wenig Wärmestrahlen absorbirt.

Könnte man nun diese Differenz in der Absorption der Wärmestrahlen auf einfache Weise erkennbar machen, so würde man ein Mittel haben, den Gehalt der Grubenwetter auf Grubengas bequem zu prüfen. Somzée glaubt diese Aufgabe durch den im nachstehenden beschriebenen Apparat gelöst zu haben.

T T' sind zwei Röhren aus Glas oder Metall von gleicher Länge und gleichem Durchmesser. Die Röhre *T* ist mit reiner Luft gefüllt, während die Röhre *T'* mit denjenigen Wettern gefüllt werden kann, die man auf ihren Gehalt an Grubengas prüfen will. Die zwei Röhren sind an beiden Enden durch Steinsalzplatten S, S_1, S_2 und S_3 von gleicher Dicke verschlossen. An die rechtsliegenden Enden der Röhren schlieſst sich eine kurze Kammer *E* an, welche durch eine Kupferplatte *C* abgeschlossen ist, die ununterbrochen durch die Flamme der Lampe *P* erhitzt wird.

Vor den in der Zeichnung links liegenden Enden der Röhren ist, genau in der Mittellinie zwischen beiden, eine mit *P* bezeichnete Thermosäule aufgestellt, von der zwei Kupferdrähte *L* und *L'* zum Galvanometer *G* führen. Die den Röhrenmündungen zugekehrten Flächen der Thermosäule, in welchen die Löthstellen liegen, sind mit zwei konischen Reflectoren *RR* versehen, welche den Zweck haben, die gröſstmögliche Menge der Wärmestrahlen, die aus den Röhren durch die Steinsalzplatten $S_2 S_3$ dringen, auf die geraden und ungeraden Löthstellen der Thermosäule zu vereinigen. Die in der Röhre *T* eingeschlossene reine atmosphärische Luft wird nun auf die Wärmestrahlen, welche von der erhitzten Kupferplatte *C* ausgehen und die Steinsalzplatte *S* durchdrungen haben, fast keinen Einfluss ausüben, sie werden mit nahezu derselben Stärke durch die Steinsalzplatte S_2 aus der Röhre austreten, mit welcher sie in diese eintraten. Dagegen werden diejenigen Wärmestrahlen, welche in die Röhre *T'* mit gleicher Stärke durch die Steinsalzplatte S_1 eintreten wie in die Röhre *T*, durch die in ersterer enthaltenen Grubenwetter, falls sie mit Grubengas geschwängert sind, zum Theil absorbirt werden. Es treten also dann aus der Röhre *T'* durch die Steinsalzplatte S_3 weniger Wärmestrahlen als durch die Platte S_2 der Röhre *T*, daher wird auch die Erwärmung der Löthstellen der Thermosäule eine ungleiche sein und ein elektrischer Strom entstehen, der die Nadel im Galvanometer zum Ausschlage bringt. Die Gröſse des Ausschlagswinkels der Nadel hängt von der Gröſse der Temperaturdifferenz ab, welcher die Löthstellen der Thermosäulen ausgesetzt sind; diese Temperaturdifferenz wird um so gröſser sein, je reicher die Grubenwetter in der Röhre *T'* an Grubengas sind. Sind die Grubenwetter ganz rein, so werden die Löthstellen der Thermosäule gleich stark erwärmt und die Nadel des Galvanometers wird sich auf Null einstellen.

Als Umgestaltung des Apparates schlägt der Erfinder vor, statt einer Thermosäule deren zwei gewöhnlicher Construction anzuwenden, die dann auf ein Differentialgalvanometer zu wirken haben würden.

So geistreich nun auch der Apparat erfunden ist, so wenig wird er in der Praxis brauchbar sein. In der Grube ist seine Anwendung schon von vorne herein wegen der Flamme ausgeschlossen, welche die Wärmequelle abgiebt, auch wenn dieselbe durch ein Drahtnetz geschützt wird. Andere dauernde und ungefährliche Wärmequellen lassen sich nicht anbringen. Aber auch in der Anwendung über Tage wird der Somzée'sche Apparat nicht in Wettkampf mit den Grisonmetern von Coquillon und Monnier treten können, denn es liegt auf der Hand, dass die Angaben desselben von der den Grubenwettern beigemengten Kohlensäure und dem nie fehlenden Wasserdampf in hohem Maſse werden beeinflusst werden, welche Einflüsse durch keinerlei Berichtigungen beseitigt werden können.

Während nun weder vom Monnier'schen noch vom Somzée'schen Apparate bekannt geworden ist, dass praktische Versuche mit ihnen aufgestellt worden wären, hat der dritte an dieser Stelle zu erwähnende, ausgestellt gewesene Apparat, »Liveing's Patent-Gasindicator«, den Vorzug, schon praktisch erprobt worden zu sein. Ausgestellt war der Apparat von der Firma Latimer Clark, Muirhead & Co. in London, Westminster, 23 Regency Street, welche auch dem Vortragenden ein Exemplar lieferte zu dem Preise von 122 *M.*

Dieser Grubengas-Indicator besteht aus einem hölzernen Kasten *A B* in Fig. 6 bis 9 von 20,5^{cm} Länge und 15,25^{cm} Breite, der durch einen Zwischenboden *Q* in zwei über einander liegende Räume *R* und *Z* getheilt ist. Der obere Raum *R* ist durch einen Deckel *V* abgeschlossen, in welchen eine Glasscheibe *C* und zwei kurze Röhren *D* und *E* eingelassen sind. Jede Seitenwand des oberen Kastenraumes ist zur Aufnahme eines kurzen Cylinders eingerichtet. Der eine Cylinder *N* besteht aus Messing, ist hermetisch verschlossen und enthält reine atmosphärische Luft. Der andere Cylinder *M* ist aus Drahtgewebe gefertigt, sein Inneres wird daher stets von demselben Wettergemisch erfüllt sein, in welchem sich der Apparat befindet.

Beide Cylinder sind an den einander zugekehrten Enden durch zwei ganz gleich groſse Glasscheiben *P* und *Q* geschlossen. In jedem Cylinder befindet sich ferner eine Spirale aus Platindraht, beide Spiralen sind durchaus gleich gearbeitet und stehen im Contact mit einer kleinen magnetoelektrischen Maschine, die sich im unteren Raume *Z* des Kastens luftdicht eingeschlossen befindet. Durch Drehen an der Kurbel *Y* dieser Maschine werden beide Spiralen zum Glühen gebracht. Würden sich beide Spiralen in einem gleichen Luftgemische befinden, so würden sie beim Glühendwerden gleich stark leuchten, da nun aber die Spirale *G* in reiner atmosphärischer Luft glüht, die Spirale *F* dagegen in den Grubenwettern, so wird diese um so stärker glühen, je höher der Gehalt der Wetter an Grubengas ist.

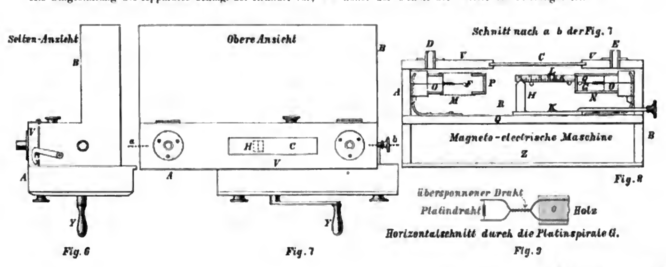


Fig. 6 Fig. 7 Fig. 8 Fig. 9

Setzt man die Leuchtkraft der Spirale beim Glühen in reiner Luft = 1, so ist die Leuchtkraft beim Glühen in einem Gemische von Luft und

1/4	pCt.	Grubengas	1,34
1/2	»	»	1,63
1	»	»	2,78
2	»	»	5,1
3	»	»	22,0
4	»	»	64,0 [1]).

Es kommt also nur noch darauf an, den Grad der Leuchtkraft der Spirale *F* zu messen, um den Gehalt der Grubenwetter an Grubengas angeben zu können. Dieses Messen geschieht im Liveing'schen Apparat auf höchst einfache Weise durch ein Ritchie'sches Photometer. Dasselbe besteht aus einem kleinen Holzprisma *H*, welches oben dachförmig abgeschrägt ist, und zwar haben die beiden dachförmigen Flächen durchaus gleiche Gröfse und Neigung und sind mit reinem, weissem Papier beklebt. Das Prisma ist auf einem Schieber *K* befestigt, durch den es zwischen den beiden Röhren hin- und hergeschoben werden kann. Bringt man jetzt die Platinspiralen ins Glühen, so stellt man das Prisma mit Hülfe des Schiebers *K* so ein, dass beide Flächen desselben gleich stark beleuchtet sind, die Beobachtung erfolgt durch die Glasscheibe *C*.

Das Verschieben des Prismas erfolgt längs einer im Innern des Kastens angebrachten Scala *L*. Diese Scala muss selbstredend für jedes Instrument festgestellt werden, und zwar geschieht dies mit Hülfe künstlich hergestellter Gemische von Luft mit reinem Grubengase. Zuerst arbeitet man mit dem Apparat in ganz reiner Luft und bezeichnet die Stellung, welcher das Prisma gegeben werden muss, um von beiden Spiralen gleich stark beleuchtet zu werden, auf der Scala mit Null. Sodann setzt man der Luft 1, 2, 3, 4 und 5 pCt. Grubengas zu und bezeichnet die entsprechenden Stellungen, welche das Prisma für gleich starke Beleuchtung erhalten muss, auf der Scala mit 1, 2, 3, 4 und 5. Die Gemische von Luft und Grubengas werden in einem besonderen Gefäfse hergestellt, welches man durch einen Schlauch mit dem Röhrchen *D* verbindet. Saugt man dann am Röhrchen *E*, so füllt sich der obere Kastenraum mit dem zur Tarirung des Apparates erforderlichen Gasgemische an.

Benutzt man den Apparat in der Grube, so braucht man nur den Deckel *V* kurze Zeit zu lüften, um den oberen Kastenraum mit Wettern zu füllen; man kann aber auch über das Röhrchen *E* einen kurzen Gummischlauch stülpen und damit die zu untersuchenden Wetter ansaugen, auf welche Weise man auch z. B. Wetter in Ueberhauen prüfen kann, ohne bis vor Ort fahren zu brauchen. Man hat dann nur nöthig, einen entsprechend langen Schlauch mit dem Röhrchen *D* zu verbinden, der in die zu untersuchenden Wetter gehalten wird. Der Apparat erfordert in der ersten Zeit etwas Uebung im Gebrauche, ist diese aber erlangt, so wirkt er recht gut und kann seine Brauchbarkeit in der Grube nicht mehr in Frage gestellt werden, womit der Nothwendigkeit seiner Benutzung nicht das Wort geredet sein soll. Wo regelmäfsige Wetteruntersuchungen vorgenommen werden und es darauf ankommt, den Gehalt der Wetter an Grubengas unter Tage noch nach 1/2 und 1/4 Procenten zu ermitteln, kann der Apparat indessen nur empfolen werden. Er wird aber auch über Tage zu den Wetteruntersuchungen vortheilhaft benutzt werden können und hier vielleicht das Coquillon'sche Grisoumeter aus dem Felde schlagen, vermöge der grofsen Einfachheit und Schnelligkeit, mit der die Grubengasbestimmung vorgenommen werden kann. Für diesen Zweck wird dann wohl die kleine magneto-elektrische Maschine im Liveing-schen Indicator durch eine andere Vorrichtung ersetzt werden können, um die Platinspiralen zum Glühen zu bringen, denn diese Maschine dürfte bei starkem Gebrauche sich rasch abnutzen.

Bei der Benutzung des Indicators sind noch folgende Vorsichtsmafsregeln zu beobachten:

[1]) Diese Daten sind der Bruchüre »on an instrument for the detection and measurement of inflammable gas in the atmosphere of mines by E. H. Liveing« entnommen, welche die Aussteller des Apparates versenden.

Man muss stets langsam zu drehen anfangen und erst allmählich in das Tempo übergehen, welches erforderlich ist, um die Spiralen zum starken Glühen zu bringen. Hierdurch vermeidet man ein Schmelzen des Platindrahtes, das nämlich bei zu starkem Grubengasgehalte der Wetter eintreten würde; es genügt bei einem solchen Zustande der Wetter schon ein langsames Drehen der Kurbel, um die nöthige Glühintensität in der Spirale *F* zu erzeugen. Auch vermeidet man Explosionen, die in dem Drahtnetzcylinder *M* eintreten könnten, denn man wird, sieht man schon beim langsamen Drehen der Kurbel die Spirale *F* heftig erglühen, von der Fortsetzung des Versuches abstehen. Es kann also, bei Beobachtung dieser Vorsichtsmafsregel, wie der Vortragende nach eigenen Erfahrungen bestätigen kann, niemals eine Entzündung der Wetter in dem Cylinder *M* vorkommen, die ja überhaupt erst eintreten würde, wenn der Grubengasgehalt der Wetter 5 pCt. überstiege. Ferner muss man für gute Oelung der kleinen magneto-elektrischen Maschine sorgen und diese mindestens jeden Tag vor der Benutzung des Apparates vornehmen. Zum Oelen ist demselben vom Lieferanten ein recht handliches Gefäfs beigegeben.

Endlich ist täglich zu untersuchen, ob das Drahtnetz des Cylinders *M* sowie die gläsernen Verschlussscheiben noch unverletzt sind und der Nullpunkt der Scala in reiner atmosphärischer Luft zu prüfen. Dies geschieht in der Weise, dass man während des Glühens der Spiralen das Prisma so lange hin- und herschiebt, bis die beiden dachförmigen Flächen des Prismas gleich hell erscheinen. Sollte dann die Stellung desselben nicht mit dem Nullpunkte der Scala zusammenfallen, so verschiebt man die bewegbare Scala bis zu dieser Stellung.

In Luft, die mit gewöhnlichem Leuchtgase gemischt ist, soll man den Apparat niemals versuchen, weil dann die Drahtspirale *F* sehr rasch zerstört wird. Bei der grofsen Feinheit des Platindrahtes, $1/_{50}$ mm, nutzt sich die Spirale überhaupt bald ab und ist dies der einzige Vorwurf, den man dem Instrumente machen kann. Man muss also, um den Gebrauch desselben nicht unterbrechen zu müssen, stets Ersatzcylinder bei der Hand haben, deren Einwechselung übrigens nur 1 bis 2 Minuten in Anspruch nimmt. Drei Paar solcher Ersatzcylinder werden beim Kaufe des Apparates mitgeliefert. Endlich sei noch bemerkt, dass der Apparat in einem dauerhaften Lederfutteral bequem mittelst Riemen getragen werden kann; sein Gewicht beträgt nur 3,25 kg incl. Futteral.

(Fortsetzung und Schluss folgt.)

Neuere Gasmaschinen. [1])

Es ist als bekannt vorauszusetzen, dass die neuere direct wirkende Gasmaschine Otto's, welche die bis dahin unübertroffene atmosphärische Maschine verdrängte, sich von ihren älteren Vorgängerinnen sehr wesentlich unterscheidet, und zwar nicht nur inbezug auf die Construction, sondern mehr noch durch Einführung ganz neuer Principien in den Kreisprocess. Die wesentlichen Aenderungen, welche mit diesem vorgenommen wurden, sind erstens die Anwendung der Compression des Explosionsgemisches behufs Verringerung der Dimensionen der Maschine und Erleichterung der Zündung und zweitens die Verlangsamung der Verbrennung des Explosionsgemisches zur Ermäfsigung der Maximaltemperatur, Erhöhung der nutzbaren Mittelspannung und Ermöglichung schwächerer Cylinderkühlung durch Verdünnung des aus Luft und Gas gebildeten Gemisches mit rückständigen Verbrennungsproducten; dazu kommt noch die Vergröfserung der Kolbengeschwindigkeit behufs Erleichterung der Umsetzung von Wärme in Arbeit und die Anwendung einer rationellen Regulirung, durch welche eine gleichmäfsige Zusammensetzung des Gemisches auch bei geringem Arbeitsbedarfe gewährleistet wird.

Während die indirect wirkende, atmosphärische Maschine gar keine Rolle mehr spielt, kommen doch noch einzelne Fälle vor, in welchen auf die Einführung der angegebenen

[1]) Vergl. Zeitschr. d. V. D. Ing. 1876, S. 723; 1880, S. 185 u. 497. Wochenschr. 1879, S. 426.

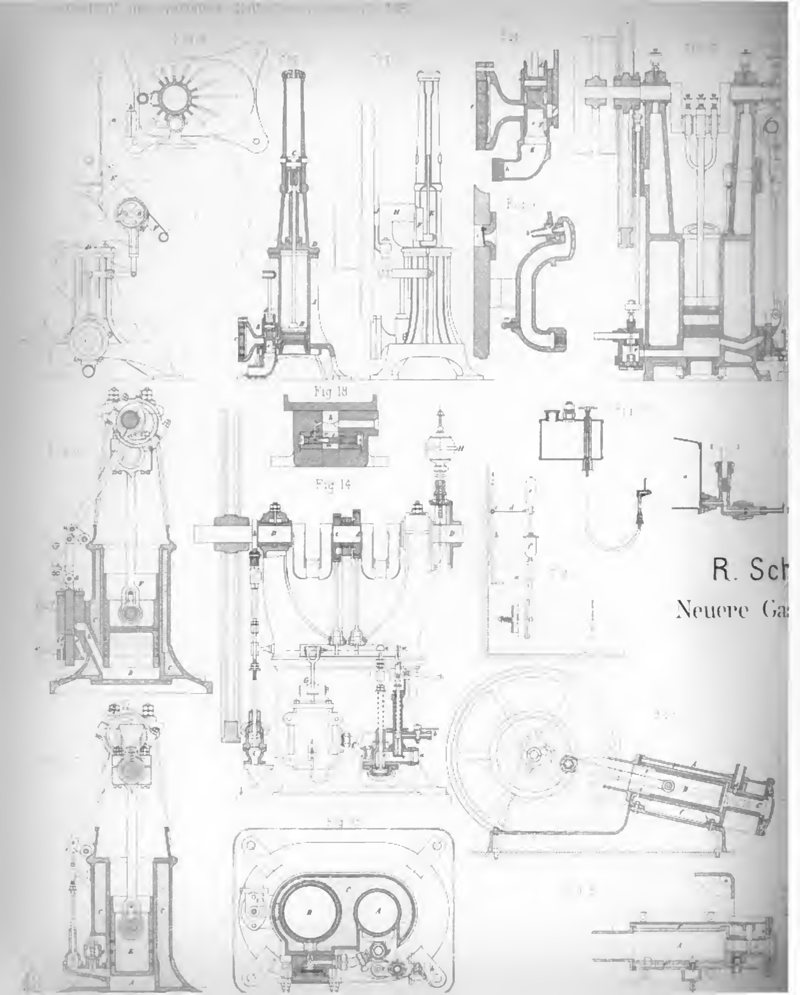
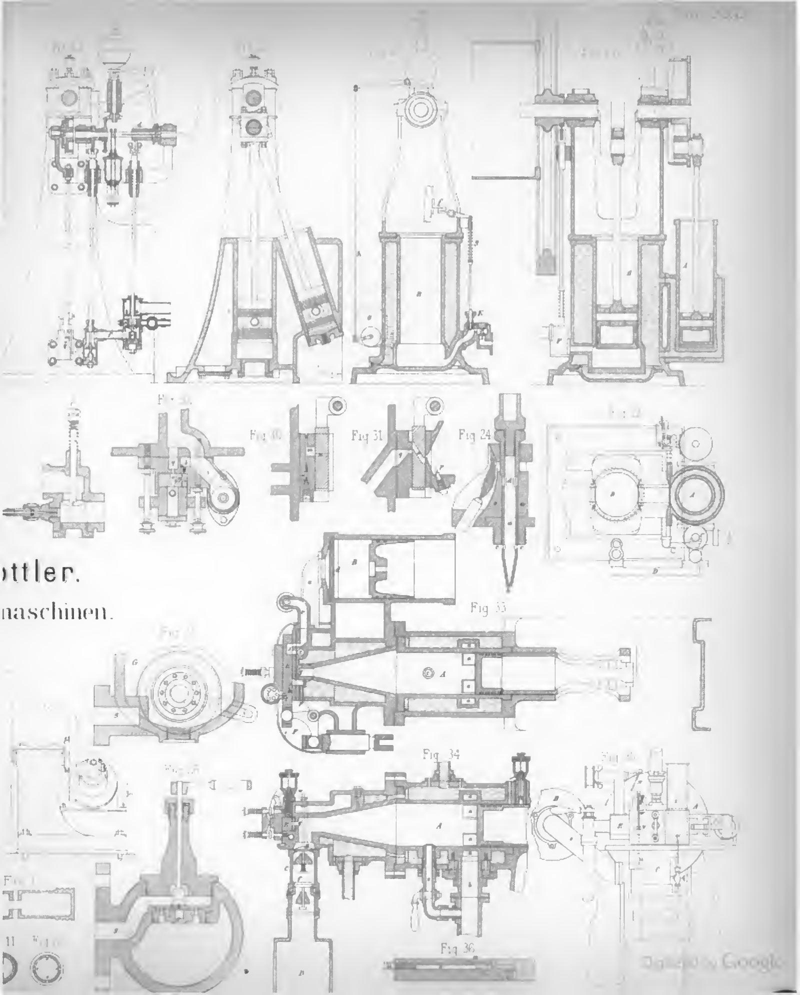


Fig 13
Fig 14
R. Sch
Neuere Ga


Fig 30
Fig 31
Fig 24
Fig 33
Fig 34
Fig 36
ottler.
naschinen.

Abänderungen Verzicht geleistet und der Kreisprocess der alten Lenoir'schen Maschine beibehalten ist. Man kann dies, aber auch nur mit Einschränkung, für gerechtfertigt dann halten, wenn es sich um sehr geringe Leistungen handelt und der Gasverbrauch gegen die Billigkeit und Einfachheit der Construction zurücktritt. Kommen, wie bei mancher Hausindustrie und sonstigen kleinen Betrieben, Leistungen von nur wenigen Meterkilogrammen bis etwa $^1/_2$ *e* aufwärts in Betracht, so braucht die Gasmaschine den Vergleich mit der Dampf- und Heifsluftmaschine nicht auszuhalten, da diese meistens von vorn herein ausgeschlossen sind; hier hat sie nur mit der Menschenkraft und etwa den bekannten kleinen Wassersäulenmaschinen in Concurrenz zu treten, und da bietet sie trotz des sehr hohen Gasverbrauches doch häufig noch einige Vortheile. Allerdings sind die kleinen Wassermotoren von Schmid, Haag u. a. die denkbar bequemsten und sichersten Kleinmotoren; aber ihre Anwendung wird durch den Preis des Betriebswassers, welches ja gewöhnlich den städtischen Wasserleitungen entnommen werden muss, sehr beschränkt.

In diesem Sinne ist offenbar die Maschine von Alexis de Bisschop entworfen, welche, von der Firma Mignon und Rouart in Paris gebaut, auf der letzten dortigen Weltausstellung in vielen Exemplaren vertreten war. Dieser Motor, der in 3 Nummern zu 3, 6 und 25^{mkg} Arbeitsleistung pro Secunde von der gedachten Firma vertrieben wird, erfreut sich in Frankreich scheinbar bereits erheblicher Verbreitung; in Deutschland ist sein Gebiet beschränkter. Er wird hier von der Firma Buss, Sombart & Co. in Magdeburg-Friedrichstadt gefertigt. Diese hatte die ursprüngliche Form vielfach verändert, namentlich die etwas rohe Kolbensteuerung durch eine Schiebersteuerung ersetzt[1]), ist aber neuerdings wieder auf die alte Form[2]) zurückgegangen, von welcher sie nur in wenigen Details abweicht.

Die Fig. 1 bis 4, Tafel XXIX, stellen den kleinen Motor dar, wie ihn die Magdeburger Firma heute liefert. In dem einfach wirkenden Cylinder *A* bewegt sich der Kolben *B*; die Stange desselben trägt den Kreuzkopf *C*, welcher in einer hohlen Säule, die mit dem oberen Cylinderdeckel *D* aus einem Stücke gefertigt ist, geführt wird. Diese Säule ist lang aufgeschlitzt, durch den Spalt tritt die gekröpfte Pleuelstange *E*, welche auf die Kurbel *F* arbeitet. Die Welle *G*, mit letzterer aus einem Stück geschmiedet, ist in einem seitlichen Angusse *H* des Cylinderdeckels gelagert, Excenter *J*, Schwungrad und Riemscheibe sitzen vor Kopf. Ein solches geschränktes Kurbelgetriebe ist an und für sich nicht zu loben: der Umstand, dass der Kurbelweg für den Aufgang des Kolbens ein gröfserer ist, als der für dessen Niedergang, spricht nicht für die Regelmäfsigkeit des Ganges, die seitliche Lagerung der Welle kann als besonders solide nicht bezeichnet werden. Indessen muss man doch berücksichtigen, dass diese Umstände, welche in gröfserer Ausführung die Construction verwerflich machen müssten, bei sehr kleinen Maschinen weniger ins Gewicht fallen.

Das Gaszuführungsrohr *a* ist mit einem Klappenventile *b* versehen; dieses besteht aus einer Gummiplatte, welche eine grofse Anzahl ringförmig angeordneter feiner Löcher von etwa 3^{mm} Durchm. bedeckt. In ähnlicher Weise tritt die Luft durch das Klappenventil *c*. Gas und Luft mischen sich im Steuercylinder *K*, Fig. 5, zwischen dessen Kolben *d* und *e* sie treten können, sobald der untere derselben die Eingangskanäle nicht abschliefst. Aus diesem Raume gelangt das Gemisch durch den Kanal *f* in den Cylinder. Von den beiden Kolben *d* und *e* dient der obere nur zum Abschlusse des Steuercylinders, der untere aber vermittelt aufserdem den Ausfluss der Verbrennungsproducte, welche vermittelst der Oeffnung *g* durch ihn in das Abblasrohr *h* treten können.

Die Maschine arbeitet nun so, dass der Kolben aus seinem unteren Todtpunkte durch die lebendige Kraft der armirten Welle aufwärts gezogen wird und dabei das Explosionsgemisch ansaugt. Nachdem er etwas mehr als den dritten Theil seines Hubes zurückgelegt hat, erfolgt die Zündung durch das in der Cylinderwandung befindliche Loch *i*, Fig. 6. Weil der untere Steuerkolben *e* noch nicht hoch genug gekommen ist, um den Kanal *f* völlig abzuschliefsen, müssen die erwähnten Klappenventile *b* und *c* vorhanden sein, welche durch die Explosion zugeworfen werden. Sobald die Zündung erfolgt ist, treiben die stark gespannten Verbrennungsproducte den Kolben bis an das Ende seines Hubes; dieser kurze Zeitraum ist die Arbeitsperiode der Maschine, sie empfängt während dessen die nöthige Anregung, um bei dem nun folgenden Kolbenniedergange die Rückstände austreiben und bei dem neuen Spiele wieder frisches Gemisch ansaugen zu können. Es muss also das Excenter *J* so aufgekeilt sein, dass der Steuerkolben *e* mit seiner Oberkante im Niedergehen eben die Oberkante des Kanals *f* passirt, wenn der Treibkolben im unteren Todtpunkte steht. In dieser Stellung ist die Maschine in den Figuren aufgefasst.

Die Zündung geschieht, wie schon erwähnt, durch das in der Wandung des Cylinders befindliche Loch *i*. Es ist dieses, wie aus der Fig. 6 hervorgeht, mit einer kleinen Klappe aus Stahlblech armirt, welche durch den äufseren Luftdruck geöffnet wird, wenn der saugende Kolben, aufwärts gehend, es passirt hat. Nun brennt vor dem Loche *i* eine Gasflamme *k* unter dem Schornstein *l*; der Brenner ist für Luftzuführung construirt, weil eine gewöhnliche Gasflamme fast bei jedem Hube erlischt. Bisschop, welcher eine solche anordnete, sah sich deshalb gezwungen, unterhalb derselben eine zweite anzubringen, deren einziger Zweck war, die erste jedesmal, wenn sie erlosch, wieder zu entzünden; eine ganz kleine Flamme *m* für denselben Zweck findet sich allerdings auch an dem neuen Brenner, sie wirkt aber hier nicht regelmässig, sondern nur im Nothfalle. Noch ein anderer Vortheil wird durch den neuen Brenner erzielt; die Flamme der gewöhnlichen Anordnung ist nicht kräftig genug, um die Entzündung zu bewirken, so lange der Motor noch kalt ist. Deshalb musste die ältere Bisschop'sche Maschine, bevor sie in Betrieb kommen konnte, erst einige Minuten lang angewärmt werden; zu dem Zwecke war unter dem Cylinder eine besondere Flamme angeordnet. Diese Unbequemlichkeit fällt jetzt weg, der Motor ist stets betriebsfertig.

Zu dieser Beschreibung mag noch ergänzend bemerkt werden, dass, wie aus der Abbildung ersichtlich, die sonst gebräuchliche Wasserkühlung fortfällt; statt deren sind um den Cylinder eine gröfsere Anzahl von Rippen angeordnet, welche die nöthige Wärmeabführung durch Ausstrahlung besorgen. Es ist wohl selbstverständlich, dass der obere Cylindertheil mit der äufseren Atmosphäre in Verbindung stehen muss; es sind deshalb unter dem oberen Cylinderdeckel einige Löcher in die Wandung gebohrt. Endlich ist noch zu erwähnen, dass zu jedem Motor ein Stativ gehört, welches einen Gasregulirhahn und einen Gummibeutel trägt. Das Gas tritt aus der Hauptleitung durch den Schlauch in das Stativrohr, von hier geht ein Schlauch für die Zündflamme ab, dann in den Gummibeutel und durch den Hahn in die Maschine. Der Gummibeutel dient als Accumulator für die Gasleitung, er gehört zu jeder Gasmaschine; fehlt er, so macht sich jeder Hub der Maschine durch Zucken der von der Leitung abhängigen Gasflammen auf weite Entfernung zurück bemerklich.

Die Maschine wird von Buss, Sombart & Co. laut neuestem Preiscourant folgender Tabelle gemäfs geliefert:

Anzahl der Pferdestärken	$^1/_{10}$	$^1/_6$	$^1/_4$	$^1/_2$	1
Beste Umdrehungszahl	140	120	100	90	70
Gasverbrauch in der Stunde	0,50	0,70	0,90	1,20	1,80^{cbm}
Preis complet und verpackt	400	500	600	800	1200 *M.*

Die beiden gröfsten Nummern werden auch mit selbstthätiger Regulirvorrichtung versehen.

Mit solchem $^1/_6$ *e* genannten Motor haben Frese und Schöttler einige Bremsversuche vorgenommen; als deren Resultat ergab sich:

1. Versuch, Dauer 65 Min.: Die Maschine machte im Durchschnitte 92,3 Umdrehungen (schwankend von 80 bis 100), leistete 0,17 *e* und verbrauchte stündlich 715^l Gas.

2. Versuch, Dauer 31 Min.: Die Maschine machte im Durchschnitte 98,2 Umdrehungen (schwankend zwischen 94 und 110), leistete 0,19 *e* und verbrauchte stündlich 892^l Gas.

Dieser Verbrauch ist in der That sehr grofs: man kann mit derselben Gasmenge bequem einen $^1/_2$ *e* Motor anderer

[1]) D. R.-P. No. 7896 u. 8245.
[2]) Rev. ind. 1878, S. 350.

neuerer Construction betreiben; es kann also die in Rede stehende Maschine nur dann empfolen werden, wenn eine solche Gasmaschine anderer Art zu theuer ist (sie würde etwa das doppelte kosten), Platzmangel deren Aufstellung nicht erlaubt, oder wenn sie täglich nur ganz kurze Zeit gebraucht wird.

Uebrigens geht die kleine Maschine ganz gut, nur die Zündungsvorrichtung erfordert etwas Aufmerksamkeit; das Geräusch derselben ist zwar nicht ganz angenehm, aber doch nicht sehr störend, mit dem einer atmosphärischen Maschine nicht entfernt zu vergleichen.

Gegenüber der Menschenkraft oder einem kleinen Wassermotor arbeitet die Maschine unter gewöhnlichen Verhältnissen recht günstig, wie folgende Rechnung beweist:

1. Ein Gasmotor von $^1/_6$ *e* kostet 600 *M*; davon 15 pCt. auf 300 Arbeitstage vertheilt, ergiebt für Verzinsung, Amortisation und Reparatur täglich 30 *ℌ*. Es werden stündlich verbrannt ∾ 750^l Gas, dieses wird mit Berücksichtigung eines von der Gasanstalt meist gewährten Rabattes 16 *ℌ* pro Cubikmeter kosten, in 10 Arbeitsstunden wird also verbrannt für 120 *ℌ*. Wartung ist fast gar nicht nöthig, Schmiermaterial wird wenig verbraucht; man wird eher zu viel als zu wenig annehmen, wenn man dafür täglich 50 *ℌ* setzt.

Demnach kostet $^1/_6$ *e* täglich **2,00** *M*.

2. Ein Wassermotor von $^1/_6$ *e* kostet 250 *M*; davon 10 pCt. auf 300 Arbeitstage vertheilt, ergiebt für Verzinsung, Amortisation und Reparatur täglich $8^1/_3$ *ℌ*.

Nimmt man 75 pCt. Nutzeffect an, so würde man zum Betriebe $^1/_6 \,.\, ^4/_3 = {}^2/_9$ *e*, d. h. täglich $^2/_9 \,.\, 75 \,.\, 60 \,.\, 60 \,.\, 10 = 600\,000^{mkg}$ Arbeit gebrauchen, oder bei 20^m Druckhöhe $600\,000 : 20 = 30\,000^{kg} = 30^{cbm}$ Betriebswasser. Von diesem möge 1^{cbm} mit 10 *ℌ* bezahlt werden; dann ergiebt sich für Wasserverbrauch täglich 300 *ℌ*.

Wartung und Schmierung ist sehr gering, noch geringer als beim Gasmotor; nimmt man der Abrundung wegen statt 50 nur $41^2/_3$ *ℌ* an, so findet man, dass im Wassermotor $^1/_6$ *e* täglich kostet **3,50** *M*.

3. Ein Arbeiter an der Kurbel leistet täglich im Durchschnitt[1]) $288\,000^{mkg}$ und erhält 2,50 *M* Lohn. Es kostet also in menschlicher Arbeitskraft $^1/_6$ *e* täglich

$$2{,}5 \,.\, {}^1/_6 \,.\, 75 \,.\, 60 \,.\, 60 \,.\, 10 : 288\,000 \sim \mathbf{3{,}90}\ M.$$

Demnach kostet der Wassermotor 1,5 und die menschliche Arbeitskraft 2 mal so viel wie die Gasmaschine. Dass diese Zahlen nur für ganz bestimmte Verhältnisse richtig sind, dass sie sich für andere Grundlagen, wie Wasserpreis und Lohn, ganz anders stellen können, braucht wohl kaum betont zu werden.

Aehnlich dieser ist die kleine Maschine von Edwards[2]), welche von Proctor & Co., Stevenage, gebaut wird (siehe Fig. 7 bis 12, Tafel XXIX). Sie ist im Gegensatze zur vorigen liegend angeordnet, unterscheidet sich aber principiell gar nicht von ihr. *A* ist der Cylinder, in welchem sich der Tauchkolben *B* bewegt, derselbe saugt das Explosionsgemisch durch Vermittelung des hohlen Kolbens *C* an, welcher durch ein Excenter, das auf der Welle sitzt, gesteuert wird. *a a* sind die Ventile für die Luftzufuhr, *b* ist das Gasventil, *c* die Zündklappe, vor der eine constante Flamme brennt; bei *d* entweichen die Verbrennungsproducte. Die Kühlung geschieht durch Luftcirculation; zu dem Zwecke hat der Kolben, Fig. 10 bis 12, vorn 4 Schlitze *e*, durch welche, wenn er in der Nähe des inneren Todtpunktes steht, Luft in den vorderen Theil des Cylinders treten kann; geht er nun vorwärts, so drückt er diese in den Luftmantel *f*. Es muss dahingestellt bleiben, ob diese Kühlung genügen wird; Buss, Sombart & Co. hatten früher eine ähnliche Einrichtung, sind aber wieder davon abgegangen. Der einzige Vorzug, den diese englische Maschine vor der Bisschop'schen hat, dürfte die solidere Lagerung sein — über die Zweckmäfsigkeit der Details zu urteilen, ist nach den in der Quelle gegebenen Skizzen nicht möglich.

Viel besser durchdacht ist die kleine Maschine von Sevilla[3]), welche fälschlich als atmosphärische bezeichnet

[1]) Rühlmann, Allgem. Maschinenlehre I, Seite 287.
[2]) Engineering 1882, Bd. 33, S. 222.
[3]) D. R.-P. 154.

ist. Man könnte sie eher eine pneumatische nennen, es wird nämlich bei ihr in dem oberen Cylindertheile Luft comprimirt und expandirt, um gleichmäfsigeren Gang zu bewirken. Da dieselbe aber von praktischer Bedeutung nicht ist und auch nicht werden kann, weil sie in der Ausführung zu theuer sein würde, und man deshalb die nach den neueren Principien gebauten Maschinen bevorzugen müsste, so mag von einer Beschreibung hier abgesehen werden. Auch auf die Construction von Wacker[1]), welcher die geschränkte Schubkurbel Bisschop's durch einen kinematisch rationelleren Balanciermechanismus ersetzen will, soll hier nur hingewiesen werden.

Von den neueren Constructionen von Maschinen, welche den Otto'schen Principien gemäfs gebaut sind, sind zunächst eine Reihe von D. R.-P. anzuführen, die sich als Verbesserungen von No. 532, also des ursprünglichen Otto'schen, einführen. Dieselben sind theils nur Constructionsabänderungen, theils principieller Natur.

So wird in No. 7156 (Winderlich) vorgeschlagen, den Gaszutritt vom Kühlwasserzufluss abhängig zu machen. Dieser Gedanke ist jedenfalls nicht ganz schlecht; wird nämlich beim Anlassen einer Gasmaschine vergessen, das Kühlwasser anzustellen, so läuft dieselbe bald heifs, natürlich sehr zum Schaden der Kolbenliderungen u. s. f. Die Vorrichtung ist recht einfach; ist (Fig. 13) *a* das Wasser- und *b* das Gasrohr, so legt man in das letztere einen Hahn *c* mit langem Griffe *d*, dieser aber unterliegt der Wirkung des Gewichtes *e*. Letzteres ist auf der Stange eines im Cylinder *f* befindlichen Kolbens befestigt und dem Wasserdrucke, der unter dem gedachten Kolben wirkt, angemessen gewählt. Wenn nun das Kühlwasser ausbleibt, so sinkt der Kolben und mit ihm das Gewicht herab und schliefst den Gashahn. Indessen setzt die Einrichtung einen ziemlich constanten Wasserdruck voraus.

In No. 14106 (Kauffmann) wird statt des hin- und hergehenden ein rotirender Schieber, welcher aufser Einlass und Zündung auch noch den Auslass besorgen soll, vorgeschlagen. Der Erfinder verspricht sich davon mancherlei Vortheile, übersieht aber wohl, dass die Abnutzung eines rotirenden Schiebers nothwendigerweise ungleichmäfsig, nämlich am Rande stärker als nach der Mitte zu, sein muss.

In No. 13673, 13674 u. 14763 (Menck und Hambrock) sind Einrichtungen beschrieben, welche bezwecken, die Vermischung des brennbaren Theiles der Ladung mit den nicht brennbaren Verbrennungsrückständen vor der Entzündung zu hindern. Es soll also die Explosion eine plötzliche sein und es sollen die Rückstände nur als Stofskissen vor dem Kolben liegen. Das widerspricht durchaus der Anschauung, dass eine langsamere Verbrennung statt einer starken Explosion wünschenswerth sei, weil dabei die Verhältnisse für die Umsetzung von Wärme in Arbeit günstiger liegen, indem die Maximaltemperatur herabgezogen, also eine schwächere Kühlung ermöglicht und aufserdem die nutzbare Mittelspannung infolge der nachträglichen Wärmezufuhr durch das Nachbrennen erhöht wird. Da der Berichterstatter diese Anschauung theilt, so kann er sich von den erwähnten Vorrichtungen keinen Vortheil versprechen, denn die Erhöhung der Sicherheit der Zündung ist ganz überflüssig, weil letztere nie versagt, wenn die Maschine nicht lüderlich behandelt wird. Aufserdem ist in No. 14763 eine andere Zündungseinrichtung vorgeschlagen. Da aber der daselbst gezeichnete Schieber noch mehr Kanäle und feine Bohrungen hat, als der Otto's, so ist zu befürchten, dass der gewünschte Erfolg sichererer Zündung nicht erreicht wird.

Bei dieser Gelegenheit mag eine Bemerkung gestattet sein, welche wohl eigentlich nicht ganz hierher gehört, aber doch für manchen Gasmaschinenbesitzer nützlich sein möchte. Wenn man einen Otto'schen Motor anläfst, so hat man damit öfters Schwierigkeit, weil die Vermittelungsflamme durchaus nicht zünden will. Das kommt davon, dass etwas Oel in der Schiebermulde sich befindet, welches den Gaszufluss zur Vermittelungsflamme behindert. Wenn man nun, bevor man die Maschine still setzt, ein kleines Gefäfs unter das Rohr stellt, welches dem Schieber Oel zuführt, so wird dieser während des Auslaufes der Maschine nicht mehr geschmiert, und der beregte Uebelstand ist beseitigt. Natürlich darf man

[1]) D. R.-P. 16018, Wochenschrift 1882, Seite 32.

nicht vergessen, nach dem Anlassen die Oelzufuhr wieder frei zu geben. Dieses Verfahren hat sich sehr gut bewährt.

Die Patente No. 10116 und 14254 (**Deutzer Gasmotorenfabrik**) wollen die hohe Endspannung, mit welcher die Verbrennungsproducte bei der Maschine, wie sie heute ist, entweichen, noch ausnutzen. Da diese Endspannung $\sim 3^{atm}$ beträgt, so erscheint das in der That wünschenswerth. Zur Verwirklichung dieses Gedankens wird in No. 10116 eine Zwillingsmaschine in Aussicht genommen, zwischen deren beiden Hochdruckcylindern bisheriger Construction ein Niederdruckcylinder liegt, in welchem die aus den ersteren tretenden Gase weiter expandiren. Es würde also eine solche Maschine folgendermafsen arbeiten:

	Hochdruck-cylinder 1	Niederdruck-cylinder	Hochdruck-cylinder 2
Erste halbe Umdrehung	Ansaugen	Ausblasen	Expansion
Zweite » »	Compression	Expansion	Uebertreten
Dritte » »	Expansion	Ausblasen	Ansaugen
Vierte » »	Uebertreten	Expansion	Compression.

Für kleinere Anlagen würde die Ausführung wohl zu schwerfällig und zu theuer werden; bei gröfseren möchte sie zweckmäfsig sein. Vielleicht hat diese Anschauung die Erfinder auf folgenden Gedanken (No. 14254) gebracht: Statt dass der Cylinder abwechselnd als Pumpe und Arbeitscylinder dient, ist ein besonderer Pumpcylinder vorhanden; dessen Kolben saugt beim Hingange Gemisch an und verdichtet es beim Rückgange, um es in den Arbeitscylinder zu drücken. Im Compressionsraume des letzteren mischt es sich mit den rückständigen Verbrennungsproducten, deren Entweichen natürlich durch rechtzeitiges Schliefsen des Ausgangsventiles schon vor dem Beginne des Ueberdrückens unterbrochen wird. Die Zündung erfolgt, wenn der Pumpenkolben im inneren todten Punkte steht, was einer Arbeitskolbenstellung entspricht, in der die zugehörige Kurbel den inneren Todtpunkt um etwa 30° passirt hat. Diese Maschine ist also nicht mehr halb-, sondern einfachwirkend; man hat es nun ganz in der Gewalt, die Dimensionen so zu wählen, dass die Endspannung beliebig klein wird, was bei der halbwirkenden Maschine nicht angeht, weil da Pumpe und Arbeitscylinder dasselbe, also gleich grofs sind.

Wenn man bisher allgemein der Ansicht war, dass es zweckmäfsig sei, in dem Compressionsraume des Cylinders Verbrennungsrückstände zu belassen, welche das neu eintretende Gasgemisch verdünnen beziehungsweise als Stofskissen dienen, so macht sich neuerdings in mehreren Patentschriften eine andere Auffassung geltend. So hat sich die **Deutzer Gasmotorenfabrik** in No. 15188 eine Reihe von Einrichtungen patentiren lassen, welche den Zweck haben, die Verbrennungsgase nach jedem Spiele ganz oder zum gröfseren Theile aus dem Cylinder zu entfernen. Der Raum für die verdichtete Cylinderfüllung bei der inneren Todtpunktlage des Kolbens wird durch einen beweglichen Hülfskolben gebildet, welcher sich durch irgend eine Vorrichtung in den Cylinder hineinschiebt, wenn die verbrauchten Gase aus dem Cylinder entfernt werden sollen, und wieder heraustritt, wenn das angesaugte brennbare Gasgemenge verdichtet wird. Ueber den Grund dieser Abänderung wird nichts gesagt — man sollte meinen, wenn man so viel Luft im Cylinder hat, dass die Verbrennung eine vollständige ist, so sei es gleichgültig, ob man zur weiteren Verdünnung, beziehungsweise als Stofskissen, rückständige Verbrennungsproducte oder Luft verwendete[1]).

Eine ganze Reihe von Verbesserungen (?) werden durch No. 15004 (**Williams**) angegeben. Der Erfinder macht die Maschine einfachwirkend und giebt ihr neben einer Luft- noch eine besondere Gaspumpe; zu welchem Zwecke, sagt er nicht. Den Schieber **Otto**'s ersetzt er durch sieben Ventile, eine Verbesserung, die mit Rücksicht auf die damit verbundene Complication von vornherein als sehr fragwürdig erscheint. Die weiterhin vorgeschlagene Anwendung einer besonderen Vorrichtung zum Andrehen der Maschine ist recht wünschenswerth; das Andrehen am Schwungrade ist nicht hübsch und auch nicht ganz ungefährlich, es erfordert immerhin einige Uebung und Vorsicht, — ob aber ein Schneckenmechanismus, wie ihn der Erfinder ins Auge fasst, der richtige ist, muss billig bezweifelt werden, wenn man bedenkt, dass es beim Anlassen darauf ankommt, möglichst schnell zu drehen. Uebrigens dürfte die Construction einer solchen Vorrichtung nicht schwierig und diese nur des Preises wegen, welcher bei Kleinmotoren eine sehr grofse Rolle spielt, fortgelassen sein.

Die oben erwähnte abgeänderte Anschauung über den Werth der rückständigen Verbrennungsproducte macht sich auch in D. R.-P. No. 15851 (**Williams** und **Malam**) geltend, in welchem gleichfalls eine Reihe von Einrichtungen zu deren Entfernung beschrieben werden. Die Erfinder sagen: »Zweck der vorliegenden Erfindung ist, die Verbrennungsgase möglichst rasch aus dem Cylinder zu entfernen, so dass sie und die ihnen innewohnende Wärme keinen schädlichen Widerstand beim Rückhub des Kolbens leisten können.« Wenn das der Zweck ist, dann ist die Erfindung recht überflüssig, denn man kann aus jedem Diagramme einer **Otto**'schen Maschine ersehen, dass dieser Widerstand höchst unbedeutend ist, die Austreibungslinie liegt unmittelbar über der atmosphärischen, und die mit Anordnung solcher Einrichtungen verbundene Steigerung der Leergangsarbeit dürfte die Möglichkeit der Erreichung eines Vortheiles in dieser Richtung ganz ausschliefsen.

Einige andere Maschinen, welche auf denselben Principien wie die **Otto**'s beruhen, haben sich mehr oder weniger eingebürgert und müssen an dieser Stelle berücksichtigt werden.

Die Maschine von **Wittig** und **Hees** wird seit einigen Jahren von der **Hannoverschen Maschinenbau-Actiengesellschaft** gebaut. Die ursprüngliche Anordnung ist vielfach verändert, die Fig. 14 bis 18, Tafel XXIX, stellen einen 4*e* Motor neuester Construction dar. Die Maschine unterscheidet sich von derjenigen **Otto**'s wesentlich dadurch, dass sie statt eines Cylinders, welcher abwechselnd als Arbeitscylinder und Pumpe dient, deren zwei hat, von denen jeder nur eine dieser beiden Functionen verrichtet; die Maschine ist also nicht halb-, sondern einfach wirkend. Aber auch in den Einzeltheilen ist der Unterschied, wiewohl nicht im Wesentlichen, so doch im Constructionellen, ziemlich grofs. Zunächst ist die Maschine nicht liegend, sondern stehend angeordnet; die beiden Cylinder (A Pumpe, B Arbeitscylinder) befinden sich in einem Kühlmantel C, mit dem sie ein Gussstück bilden; die Welle D liegt über den Cylindern und ist in Anwüchsen des überhaupt als Gestell dienenden Mantels gelagert. Sie ist zweimal gekröpft, und zwar stehen beide Kröpfungen überein, so dass also die Kolben mit einander auf- und niedergehen. Letztere, E und F, sind als Tauchkolben construirt und so ausgebildet, dass im Arbeitscylinder ein erheblich grofser schädlicher Raum (etwa $^3/_5$ des vom Kolben durchlaufenen, also nicht wesentlich anders als bei **Otto**) entsteht, während derselbe in der Pumpe möglichst beschränkt ist. Beide Cylinder sind durch ein aufsen liegendes Rohr mit einander verbunden; in dieses ist ein selbstthätiges, durch Federdruck geschlossen gehaltenes Rückschlagventil eingeschaltet.

Die Maschine arbeitet nun folgendermafsen: Geht der Pumpenkolben aus seinem unteren Todtpunkte aufwärts, so saugt er das frische Verbrennungsgemisch an, geht er herab, so comprimirt er es. Sobald nun die Spannung genügend hoch getrieben ist, tritt es durch das Rückschlagventil in den Arbeitscylinder, wo es sich mit den vorhandenen rückständigen Verbrennungsproducten mischt. Stehen die Kolben im unteren todten Punkte, so erfolgt die Zündung, die Explosion wirft das Rückschlagventil zu und die Verbrennungsproducte expandiren im Arbeitscylinder, indem sie den Kolben hochtreiben. Geht dieser dann hinab, so drückt er die Verbrennungsproducte aus der Maschine; nachdem er aber etwa $^3/_5$ seines Weges zurückgelegt hat, schliefst der Austritt ab und die noch bleibenden Verbrennungsrückstände werden comprimirt. Unmittelbar nachher öffnet sich das Rückschlagventil und das frische Gemisch tritt, wie schon erwähnt, aus der Pumpe über, so dass während des letzten Theiles der Umdrehung beide Cylinder communiciren, ihr Inhalt sich im Arbeitscylinder mischt und von beiden Kolben gemeinschaftlich zusammengedrückt wird.

Die wesentlichsten Einzelheiten sind nun folgende: Die Luft tritt bei a, das Gas bei b durch ein noch zu beschreibendes Regulirventil c in die Maschine; der Zutritt wird durch

[1]) Man lese übrigens unten die Besprechung der Maschine von **Clerk**.

das Eintrittsventil c geregelt. Dieses wird von der Welle ab durch das Excenter d geöffnet; es ist gewöhnlich durch Federdruck geschlossen und macht nur auf, so lange das Excenter mittelst des Knaggens e die Feder zusammendrückt. Aus der Pumpe führt das Rohr f zum Arbeitscylinder; in dasselbe ist das mehrerwähnte Rückschlagventil g eingeschaltet. Dieses Rohr mündet in einen Schieberkasten, dessen Schieber die Zündung vermittelt; durch den Kanal h steht dieser Schieberkasten mit dem Innern des Cylinders in Verbindung. Der Austritt wird durch das gewöhnlich gleichfalls durch Federdruck geschlossen gehaltene Ventil i geregelt, es wird von der Welle ab gesteuert und durch den Knaggen der Kammscheibe k rechtzeitig eröffnet. Der Zündschieber G hat folgende Einrichtung: In dem Schieberdeckel brennt eine Zündflamme l, in dem Schieber selbst ist die Kammer m ausgespart. Steht nun der Schieber in seinem unteren Todtpunkte, so strömt durch den kleinen Kanal n brennbares Gemisch aus dem Schieberkasten in die Kammer m, während durch o Luft zutreten kann. Dieses Gemisch entzündet sich an der Schieberdeckelflamme. Geht der Schieber in die Höhe, so schneidet die Kammer m die Verbindung nach l und o hin ab, es brennt in ihr also eine Vermittelungsflamme, welche in den Schieberkasten schlägt und eine Explosion verursacht, sobald die Kammer mit dem Kanale h communicirt. Damit aber die Vermittelungsflamme während des Weges, den sie in der abgeschlossenen Kammer zurücklegt, nicht etwa erlischt und damit sie die Cylinderspannung annimmt — was nöthig ist, damit sie nicht, statt zu zünden, ausgeblasen wird — erfolgt die Speisung durch n continuirlich. Zu dem Zwecke mündet n in die auf den Schieberspiegel eingegrabene Mulde p, welche mit der Bohrung q des Schiebers communicirt. Um aber die Speisung genau reguliren und um der Vermittelungsflamme die Richtung nach dem Kanale h geben zu können, sind zwei sich gegenüberstehende Stifte r und s vorhanden. Der erstere ist hohl und dient nur als Fortsetzung der Bohrung q; der andere ist vorn konisch und kann mehr oder weniger weit vorgeschoben werden, so dass also die Oeffnung des ersten Stiftes, aus welcher das Speisegas zuströmt, mehr oder weniger zugestellt wird. Die Regulirung geschieht durch einen Cosinusregulator H. Dieser stellte bei den älteren Ausführungen ein in der Gasleitung liegendes Ventil mehr oder weniger weit zu; war er nun auch so empfindlich, dass er fast stets in seinen äufsersten Stellungen sich befand, d. h. das Ventil entweder ganz offen oder ganz zuhielt, so ist doch die Einrichtung zur Erzielung eines stets gleichmäfsig zusammengesetzten Gemisches weniger gut geeignet als diejenige von Otto. Deshalb ist bei den neuesten Maschinen dieses Systemes die letztere Einrichtung nachgeahmt. Das gewöhnlich durch Federdruck geschlossen gehaltene Regulirventil v wird bei normalem Gange mit dem Eingangsventile c gemeinschaftlich durch den Knaggen w geöffnet; geht aber die Maschine zu schnell, so drückt der Regulator den oberen drehbaren Theil x der Ventilstange zur Seite, der Knaggen w trifft ihn folglich nicht und das Ventil bleibt geschlossen: die Maschine erhält entweder gar kein Gas oder volle Ladung.

Dass diese Construction gegenüber der Otto'schen ein Fortschritt wäre, lässt sich nicht behaupten — im Gegentheil ist die letztere wohl nicht einmal erreicht; die beschriebene Maschine geht, namentlich bei Leergang, nicht ganz so gleichmäfsig und gebraucht etwas mehr Gas, doch ist sie recht wohl brauchbar.

Der Verfasser hatte Gelegenheit, solche Maschinen, allerdings nicht neuester Construction, einigemal zu bremsen. Es fanden sich z. B. für die 2 e Maschine folgende Resultate: Dauer des Versuches 52 Minuten, mittlere Umdrehungszahl 105,5, Leistung 1,78 e, Gasverbrauch stündlich 1985^l, also pro h und e 1116^l. Andere Versuche verliefen theils etwas günstiger, theils schlechter. Für 4 e (Durchmesser des Arbeitscylinders 200^{mm}, des Pumpencylinders 165^{mm}, gemeinschaftlicher Hub 180^{mm}) wurde von Brauer und Schöttler in Altona ermittelt: Dauer des Versuches 40 Minuten, mittlere Umdrehungszahl 103,0, Leistung 3,75 e, Gasverbrauch stündlich 4650^l, also pro h und e 1240^l.

Neuerdings wird diese Maschine auch mit Petroleum statt Gas betrieben. Dasselbe befindet sich in dem Gefäfse a, Fig. 19, welches durch die Leitung b, in der ein Sperr- und zwei Rückschlagventile eingeschaltet sind, mit dem Saugventilgehäuse der Pumpe verbunden ist. Die Luft tritt durch das Saugventil c in die Pumpe und reifst das Petroleum in fein vertheiltem Zustande mit, so ein Gemenge, welches sich ganz ähnlich wie ein Gasgemisch verhält, bildend. Die Regulirung geschieht so, dass bei zu schnellem Gange der Maschine der Regulator das Einlassventil auch während der Compressionsperiode mehr oder weniger weit geöffnet hält, es wird also ein Theil des Gemenges in die Luftleitung (Ansaugetopf) gedrängt und von hier aus beim folgenden Hube wieder angesaugt; diese Einrichtung dürfte den Uebelstand haben, dass die Mischung für die folgende Explosion reicher als normal wird. Uebrigens unterscheidet sich die Maschine nicht von der für Gasbetrieh eingerichteten, nur ist die Zündflamme natürlich durch eine Petroleumlampe (Fig. 20) ersetzt. Berichterstatter hatte Gelegenheit, mit einer solchen 4 e Maschine einige Versuche anzustellen, welche recht günstig ausfielen; der Bedarf bei voller Leistung ist etwa 1^l Petroleum von der Dichtigkeit 0,675 pro h und e; der Leergangsbedarf verhältnismäfsig sehr hoch.[1])

Ganz ähnlich der beschriebenen ist die Maschine von Körting-Lieckfeld, gebaut von Gebr. Körting in Hannover. Sie unterscheidet sich wesentlich nur durch die Anordnung der Zündung und Regulirung. Wir haben es, Fig. 21 bis 23, zu thun mit den aufrechtstehenden Cylindern A und B; A dient als Pumpe, B als Arbeitscylinder. Luft und Gas treten durch das Mischventil C in ersteren und werden hier comprimirt; das fertige Gemisch gelangt durch das Rohr D, in welchem zwei Rückschlagventile liegen, in den Arbeitscylinder, in welchem es durch das Zündventil E zur Explosion gebracht wird; die Verbrennungsproducte verlassen die Maschine durch das Ausgangsventil F. Die Art der Arbeit ist dieselbe wie bei der Maschine von Wittig und Hees, nur im Detail kommen Veränderungen vor. Was zunächst die Zündung anlangt, so geschieht dieselbe durch eine sehr einfache, in Fig. 24 besonders dargestellte Vorrichtung. Es ist a ein hohler Stift, unten in seiner Spitze bei b fein durchbohrt und bei c und d mit ringförmig angebrachten Oeffnungen versehen. Dieser bewegt sich in dem Gehäuse e, welches, wie Fig. 23, Tafel XXIX zeigt, am Arbeitscylinder angebracht ist, so dass also die Spitze b in den Speisekanal hineinragt. Das Gehäuse zeigt dann mit d correspondirende Oeffnungen, vor denen die Zündflamme brennt. Steht nun der Stift a in der gezeichneten Position, so wird er sich während der Speisungsperiode mit brennbarem Gemisch füllen; wird er aber durch den niedergehenden Knaggen f der Pleuelstange emporgeschnellt, so entzündet sich das in ihm enthaltene Gemisch; sobald er von dem Knaggen frei wird, springt er, veranlasst durch die Feder g, in seine erste Stellung und verursacht so durch die in ihm brennende Vermittlungsflamme die Explosion. Während des Zurückspringens wird durch die Oeffnung b die Spannung ausgeglichen. Die Einrichtung ist wesentlich einfacher als der Schieber von Wittig und Hees und arbeitet vollkommen sicher; sie hat die übrigens nicht grofse Unannehmlichkeit, dass der Knaggen beim Aufstofsen ziemlich heftig klappt.

Die zweite wesentliche Eigentümlichkeit ist die Regulirung; dieselbe basirt auf dem Gedanken, bei stets gleichbleibendem Mischungsverhältnis die Compressionsspannung des Gemisches durch den Regulator zu verändern. Es geschieht dies durch Vergröfserung des schädlichen Raumes der Pumpe. Man hat nämlich neben der Pumpe einen Hohlraum G angebracht und diesen durch einen Kanal g (Fig. 25 und 26) mit ihr in Verbindung gesetzt. Dieser Kanal wird nun, wenn die Maschine zu schnell geht, vom Regulator geöffnet, indem derselbe durch die Zugstange h den Hebel i dreht und dadurch bewirkt, dass die Löcher der auf der Hebelachse sitzenden Scheibe k sich mit denen der festen Scheibe l decken. Auf diese Weise bewirkt man also, dass, wenn die Maschine ihre normale Geschwindigkeit überschreitet, das Speisegemisch mit geringerer Spannung in den Arbeitscylinder tritt als sonst, und dass also die Kraftwirkung eine geringere wird, bis der

[1]) Näheres über diese Versuche: Sitzungsprotocoll des Hannoverschen Bezirksvereines vom 24. März 1882, Wochenschrift No. 32, 1882.

Regulator die Verbindung zwischen Pumpe und Hohlraum abschliefst. Es lässt sich nicht verkennen, dass der Gedanke, welcher dieser Einrichtung zu Grunde liegt, ein recht gesunder ist; es wird hier dasselbe wie bei der Otto'schen Regulirung, nämlich gleichmäfsige Zusammensetzung des Gemisches, erreicht; dagegen erhält die Maschine bei jeder Umdrehung eine schwächere Anregung, während sie bei Otto, so lange der Regulator das Gasventil geschlossen hält, gar keine Anregung erfährt. Es scheint demnach, als ob die besprochene Einrichtung inbezug auf die Regelmäfsigkeit des Ganges günstiger sein müsste, als diejenige von Otto. Ob nun die praktische Ausführung so ist, dass das Erstrebte sich verwirklicht, dürfte nur durch vergleichende Versuche, welche zur Zeit noch nicht vorliegen, zu ermitteln sein.

Die Körting-Lieckfeld'sche Maschine ist nicht unbeträchtlich billiger als diejenige von Otto und diejenige von Wittig und Hees, indessen scheint sie nicht die im Preiscourant angegebene Stärke zu haben, es sind also wohl die Dimensionen nicht ganz richtig gewählt. Mit Sicherheit vermag der Verfasser das allerdings nur von dem 3*e* Motor zu behaupten, da er nur diesen, und auch nur ein Mal, zu bremsen Gelegenheit hatte. Der 30 Minuten währende Versuch ergab bei 180 bezw. 150^{mm} Cylinderdurchmesser, 360^{mm} Hub und 119,1 Umdrehungen in der Minute 2,18 *e* und einen stündlichen Gasverbrauch von 2780^{l}; also pro *h* und *e* 1275^{l}. Dieses Resultat ist nicht gerade glänzend zu nennen; doch ist der Motor noch sehr neu und die ihn fertigende Fabrik unablässig mit seiner Vervollkommnung beschäftigt.

Fast noch näher als die soeben beschriebene steht der Construction von Wittig und Hees eine ganz neue Anordnung von Buss, Sombart & Co. in Magdeburg-Friedrichstadt, Fig. 27 bis 29. Die beiden Cylinder sind hier schräg zu einander gestellt, so dass die Stangen beider Kolben an einer Kröpfung der Welle hängen; dadurch wird bewirkt, dass der Arbeitskolben etwas voreilt. Die Steuerung geht von einer rechtwinklig zur Hauptwelle liegenden Nebenwelle aus, welche von der ersteren ab durch Schraubenräder betrieben wird. Das Gas tritt bei *a*, die Luft bei *b* in das Gehäuse des Eintrittsventiles *c*, welches gleichzeitig den Gas- und Luftzutritt abschliefst, so dass also die Zusammensetzung des Gemisches stets gleichartig sein muss. Die Eröffnung dieses Ventiles, welches durch Federdruck geschlossen gehalten wird, erfolgt durch die Muffe *d*; diese kann durch den Regulator auf der Nebenwelle verschoben werden und ist so geformt, dass je nach ihrer Lage die Eröffnung des Eintrittsventiles mehr oder weniger lange dauert, die Regulirung ist also ganz rationell; beiläufig beruht sie auf derselben Anschauung, welche früher schon Simon und Sevilla in ihren Constructionen verkörperten. Das Eintrittsventilgehäuse ist mit dem Pumpcylinder durch den Kanal *e*, mit dem Arbeitscylinder durch das Rohr *f* verbunden, in letzteres ist ein Ventil *g* eingeschaltet. Dies ist hier nicht, wie bei Wittig und Hees, ein selbstthätiges Rückschlagventil, sondern es wird von der Welle ab gesteuert. Das erscheint richtig, wenn es gelingt, die Zündung genau rechtzeitig zu bewirken; käme diese einmal zu früh, so würde sie sich in den Pumpcylinder fortsetzen und die Explosion des Inhaltes desselben hemmend wirken, da der Arbeitscylinder das nächste Mal kein frisches Gemisch bekäme und also die folgende Explosion ausfallen müsste. Es ist das ein Umstand, der bei der Maschine von Wittig und Hees gelegentlich einmal vorkommt und hier also wohl kaum ausbleiben wird. Es ist aber die Steuerung des Ventiles hier nöthig, weil infolge der gewählten Regulirung die Endspannung in der Pumpe variabel ist. Vielleicht wäre es am besten, die Einrichtung so zu treffen, dass das Ventil selbstthätig abschliefsen könnte, aber zwangsweise geöffnet würde; jetzt hindert der Steuerknaggen *h* das selbstthätige Abschliefsen. Die Zündvorrichtung ist derjenigen von Wittig und Hees ganz ähnlich, sie wird durch den Schieber, Fig. 30 bis 32, vermittelt. Steht dieser in höchster Stellung, so strömt aus dem im Spiegel liegenden Kanale *i*, welcher vom Rückschlagventil zum Arbeitscylinder führt, brennbares Gemisch in einer durch Stellung des Stiftes *k* regulirbaren Menge durch die Kanalverbindung *l m n* in die Vermittlungskammer *o*, welche mit dem Freien communicirt. Geht nun der Schieber abwärts, so tritt zunächst Verbindung zwischen *o* und der im Schieberdeckel *p* brennenden Flamme ein, es entzündet sich die in *o* befindliche Gemischmenge und brennt auch nach Abschluss der Verbindung mit der Zündflamme als Vermittlungsflamme fort, da sie wegen der muldenförmigen Gestalt des Kanaltheiles *m* andauernd gespeist wird, bis die Verbindung der Kammer mit dem nach dem Arbeitscylinder führenden Kanale *q* eintritt. Da die Spannung in der Kammer infolge der fortdauernden Speisung dieselbe geworden ist, wie die im Arbeitscylinder herrschende, so muss nunmehr die Zündung erfolgen. Der Auslass der Verbrennungsproducte erfolgt durch das Ventil *r*. Uebrigens stimmt die Arbeitsweise mit derjenigen der vorbeschriebenen Maschinen ganz überein.

Ferner ist an dieser Stelle die Maschine von Clerk zu erwähnen, Fig. 33 bis 35 [1]), welche auf der elektrischen Ausstellung in Paris einiges Aufsehen machte. Die angeführte Quelle sagt darüber: »Die Construction und Wirkungsweise dieser Maschine ist vorzugsweise darauf berechnet, einen Uebelstand zu vermeiden, welcher bei den meisten Gasmotoren störend auftritt, nämlich die vorzeitige Entzündung des in dem Arbeitscylinder eingeschlossenen Gasgemenges. Diese wird bei den Maschinen mit einem Cylinder meist dadurch veranlasst, dass von der vorhergegangenen Explosion heifse Gase zurückbleiben, welche die neue Gasfüllung des Cylinders entzünden. Diesen Uebelstand hat man dadurch zu beseitigen versucht, dass man eine Explosion erst nach jeder zweiten oder dritten Umdrehung der Welle, statt bei jeder Umdrehung, eintreten liefs, damit durch die in den Cylinder eintretende und wieder ausgepuffte Luft die Verbrennungsluft völlig ausgetrieben und der Cylinder gekühlt werde. Derartige Einrichtungen erwiesen sich jedoch nachtheilig für die Wirkungsfähigkeit der Maschine. Clerk's Gasmotor erreicht nun die vollständige Entfernung der Verbrennungsrückstände durch Anwendung zweier Cylinder, eines Arbeitscylinders, in welchem die Explosion erfolgt, und eines zweiten Cylinders, des sog. Reinigungscylinders (Verdränger oder Displacer), welcher lediglich die Aufgabe hat, die verbrannten Gase aus dem Explosionscylinder zu entfernen und denselben zu reinigen, dadurch, dass aus dem Reinigungscylinder nach jedem Hub ein gewisses Quantum Luft durch den Explosionscylinder getrieben wird.«

Hier ist also die Entfernung der Verbrennungsproducte aus dem Cylinder motivirt. Dass eine solche vorzeitige Entzündung eintreten kann, ist sehr wohl möglich, wendet man aber zwei Cylinder an, so hat die Anwesenheit von Verbrennungsrückständen, wie die Maschine von Wittig und Hees zeigt, nicht viel zu sagen; ist diese nur richtig eingestellt, so kommt ein Durchschlagen der Explosionen nach dem Pumpencylinder kaum je vor, und es kann wohl auch nicht ohne weiteres behauptet werden, dass, wenn ein solches Durchschlagen vorkommt, es auf vorzeitige Entzündung zurückzuführen ist. Berichterstatter hat öfters beobachtet, dass es nach einer ausgebliebenen Explosion eintrat, man kann ebensogut eine zu späte Entzündung, ein zu langes Nachbrennen annehmen, welches noch nicht beendet ist, wenn das Ueberdrücken aus der Pumpe beginnt; man kann es auch auf undichten Abschluss des Rückschlagventiles zurückführen. Die Entfernung der Rückstände und ihre Ersetzung durch überschüssige Luft bedingt immer Einrichtungen, welche die Maschine weniger einfach machen; bevor man sich also damit einverstanden erklären kann, müsste die Schädlichkeit ihrer Anwesenheit strenger als durch die obige Behauptung bewiesen werden, um so mehr, als die Wärme derselben verloren geht.

Der Gedankengang der Maschine von Clerk ist nun folgender: Es sind 2 Cylinder vorhanden, welche mit einem Ventilkasten verbunden sind, der ein Saug- und ein Ueberdruckventil, welche beide nicht gesteuert werden, enthält. Die Kurbel des Reinigungscylinders eilt der des Arbeitscylinders um etwa 90° vor. Geht nun der Kolben des ersteren aus seinem inneren Todtpunkte auswärts, so saugt er zunächst brennbares Gemisch, später aber nur Luft an, so dass, wenn er sich im äufseren Todtpunkte befindet, die hintere Hälfte des Cylinders mit brennbarem Gemisch, die andere Hälfte mit Luft gefüllt ist, vorausgesetzt, dass die beabsichtigte schichten-

[1]) Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1882, S. 187.

weise Lagerung wirklich stattfindet. Der Arbeitscylinder ist nun so eingerichtet, dass sein vorderer Theil durch ringförmig angeordnete Oeffnungen mit dem Freien communicirt. Geht jetzt der Kolben des Reinigungscylinders zurück, also derjenige des Arbeitskolbens durch den letzten Theil seines Hubes, die Ausflussöffnungen freigebend, vorwärts, so wird Luft aus dem ersteren in den letzteren gedrückt und treibt die Rückstände aus diesem; hat dann der Arbeitskolben seinen äufseren Todtpunkt passirt und die Ausflussöffnungen geschlossen, so comprimiren beide Kolben das übertretende brennbare Gemisch, welches gleichzeitig übergedrückt wird, bis der Reinigungskolben seine Bewegung wechselt und sich infolge davon das Ueberdruckventil schliefst. Nun vollendet der Arbeitskolben die Compression des Gemisches, welches entzündet wird, sobald der Kolben in seinem inneren Todtpunkte steht; dann expandiren die Verbrennungsproducte bis zur abermaligen Eröffnung der Auspufföffnungen, welche mit der Herstellung der Verbindung beider Cylinder zusammenfällt.

Es ist *A* der mit den Auspufföffnungen *aa* versehene Arbeitscylinder mit ziemlich grofsem Compressionsraum; das Rohr *b*, durch welches die Verbrennungsproducte entweichen, steht mit dem Cylinderinnern durch ein mit einem Hahn versehenes Rohr *c* in Verbindung; öffnet man diesen Hahn, so kommt die Maschine schnell zum Stehen. *B* ist der Reinigungscylinder, die Platte *d* in ihm soll die schichtenweise Lagerung der Gasarten begünstigen. Er ist durch das Rohr *e* mit dem Ventilkasten *C* verbunden, welcher am Arbeitscylinder angeschraubt ist und das Saugventil *f* sowie das Ueberdruckventil *g* enthält. Die Luft tritt durch den Saugtopf *D*, das Gas durch die ringförmig angeordneten Oeffnungen *hh* ein, der frühzeitigere Abschluss der Gaszuströmung wird durch eine noch zu beschreibende Einrichtung bewirkt.

Die Zündung geschieht durch den Schieber *E*, welcher, wie bei Otto, am Boden des Cylinders liegt. Er wird von der Welle ab durch ein Excenter, welches auf den Winkelhebel *F* wirkt, bewegt. Die Zündflamme brennt in dem Raume *i*; wenn der Schieber die gezeichnete Position hat, steht derselbe mit der Vermittelungskammer *k* in Verbindung. Diese wird durch den kleinen Kanal *l* von dem Cylinder ab durch Vermittelung der Mulde *m*, Fig. 36, gespeist, das brennbare Gemisch gelangt von *m* durch *n* nach *l*, wo ein Gitter zur Verhütung des Rückschlages der Vermittelungsflamme angebracht ist. Die Regulirung der Zuflussmenge erfolgt durch den Stift *o*, die Verbrennungsgase entweichen durch *p*. Bewegt sich nun der Schieber im Sinne des Pfeiles von rechts nach links, so kommt die Vermittelungskammer aufser Verbindung mit *i* und *p*, die Spannung wird ausgeglichen, gleich darauf folgt die Entzündung durch den Kanal *q*.

Der Schieber dient aber auch zur Unterbrechung des Gaszuflusses. Das Gas strömt nämlich bei der gezeichneten Stellung desselben von *r* durch *s* nach *t*, dieser Raum ist mit dem ringförmigen Raume *hh* des Ventilkastens verbunden. Wenn nun der Reinigungscylinderkolben seinen halben Hub nach auswärts vollendet hat, so hat sich der Schieber soweit nach links bewegt, dass der Gaszufluss abgeschnitten ist; deshalb saugt die Maschine anfangs Gemisch und erst zuletzt reine Luft an.

Die Regulirung erfolgt so: In der Gasleitung liegt zwischen *t* und *h* ein Ventil *u*, welches durch Federdruck geschlossen gehalten und durch eine Hebelverbindung vom Schieber ab regelmäfsig geöffnet wird. Zu dem Zwecke ist in dem Rücken des letzteren eine Nute gearbeitet, in welche das an dem Hebel befestigte Gleitstück *v*, das auf dem Rücken des Schiebers schleift, hineinzutreten bestrebt ist (weshalb, ob etwa durch Federdruck, ist aus der Skizze nicht zu entnehmen). Sobald dies geschieht, wird das Ventil durch den Hebel *w* angehoben. Wenn aber durch Einwirkung des Regulators der Hebel *x* so gestellt wird, dass er über *w* steht, so kann das Gleitstück *v* nicht in die Nute des Schiebers treten, es bleibt folglich die Gaszuführung geschlossen.

Die Construction des Motors macht einen ganz günstigen Eindruck; ob freilich die beabsichtigte Trennung des Gasgemisches und der Luft eine so scharfe ist, dass nicht etwa Gas unverbrannt vom Reinigungscylinder mit der ausfegenden Luft in den Arbeitscylinder und durch ihn in den Ausgangskanal tritt, muss dahin gestellt bleiben. Ein Nachbrennen findet nicht oder doch nur in geringem Mafse statt, wie das Diagramm der Maschine zeigt, welches in mehreren englischen Zeitschriften[1]) veröffentlicht wurde. Zur zahlenmäfsigen Rechnung ist dasselbe jedoch nicht zu brauchen, weil dasjenige des Reinigungscylinders fehlt und überhaupt die Beurteilung nach einem durch Holzschnitt vervielfältigten Diagramme bedenklich ist. Es werden folgende Zahlen in der angezogenen Quelle mitgetheilt: Die Maschine hat 152^{mm} Durchmesser und macht 150 Umdrehungen; die Compressionsspannung ist 4,0^{atm}, die Explosionsspannung 16,8^{atm}, die Gase entweichen mit 4,2^{atm}, die Mittelspannung beträgt 5,01^{atm}. Die Maschine indicirte 9,21 *e* und ergab an der Bremse 6,64 *e*, sie gebrauchte stündlich pro indicirte Pferdekraft 616^{l}, pro gebremste Pferdekraft 855^{l} Gas, ein Consum, der mit dem der Otto'schen Maschine übereinstimmt, wenn das verwendete Gas sehr gut ist. Uebrigens wäre es wünschenswerth, wenn solche Resultate stets mit Namensunterschrift des Experimentators gegeben würden, damit man einige Garantie für die Richtigkeit der Angaben hätte. (Schluss folgt.)

Neuere Bremsen und Sicherheitskurbeln.

Von A. Ernst, Ingenieur und Lehrer zu Halberstadt.

Der frühere Aufsatz über neuere Bremsen im Aprilhefte der Zeitschrift behandelte die selbstthätigen Bremsen von Stauffer, Becker und Weston. Im nachfolgenden sollen die neueren Handbremsen und Sicherheitskurbeln erörtert werden, um einen möglichst vollständigen Ueberblick über die zahlreichen Constructionsformen zu gewähren, welche gerade in den letzten Jahren für Bremswerke erfunden und ausgeführt sind.

Bei den älteren Anordnungen der Handbremsen findet man fast ausnahmslos die Bremse im ruhenden Zustande ungespannt. Dieselbe wird erst vor Beginn des Lastniederganges angezogen und in Thätigkeit gesetzt, um die Senkgeschwindigkeit zu mäfsigen und zu reguliren. Man kann aber auch den entgegengesetzten Constructionsgedanken ausführen, d. h. die Bremse im ruhenden Zustande durch einen dauernden Gewichts- oder Federdruck spannen, soweit wie erforderlich ist, um die Maximallast frei schwebend zu halten, und den Rücklauf des Triebwerkes erst durch Lüftung der Bremse frei geben. Reuleaux hat für die beiden verschiedenen Anordnungen die Bezeichnung Spann- und Lösungsbremsen eingeführt. Die Benutzung der Lösungsbremsen für Aufzugswinden setzt voraus, dass die während des Aufwindens der Last festgespannte Bremsscheibe den Umlauf des Triebwerkes nicht hindert, also aus der Antriebbewegung des Windewerks ausgeschaltet ist und erst für den Rücklauf selbstthätig in das Triebwerk eingeschaltet wird.

Beiden Anforderungen wird in einfachster Weise genügt, wofern man die Bremsscheibe auf einer Welle des Triebwerkes lose anordnet und die für die Lastsenkung und Hemmung erforderliche Kupplung mit demselben durch ein einseitig wirkendes Gesperre vermittelt. Hierzu ist erforderlich, dass entweder das Sperrrad fest mit dem Triebwerke verbunden ist und der Sperrkegel-Drehzapfen in der losen Bremsscheibe sitzt, oder dass umgekehrt das Sperrrad mit der losen Bremsscheibe vereinigt wird und der Sperrkegelträger ununterbrochen mit dem Triebwerk umläuft. Das Sperrwerk wirkt, so lange die Bremse gespannt ist, wie die sonst üblichen einfachen Sperrwerke der Winden, d. h., hält die aufgewundene Last frei schwebend; es dient aber gleichzeitig bei gelüfteter Bremse als Mitnehmer für die Bremsscheibe und als Kupplung zwischen dieser und dem Triebwerke.

Ohne Vermehrung der einzelnen Maschinentheile erzielt man durch eine derartige Construction, welche wir mit Rücksicht auf die Kupplung von Sperr- und Bremswerk kurz als »Sperrradbremse« bezeichnen wollen, wesentliche Vortheile im Vergleiche zu den älteren getrennten Sperr- und Bremswerken.

Bei der getrennten Anordnung muss der Arbeiter, um eine Last zu senken, die Kurbel so lange festhalten und etwas zurückdrücken, bis der Sperrkegel ausgehoben und die Bremse

[1]) Engineering 33, S. 110. Iron 1882, S. 83.

angezogen ist. Ist nur ein Arbeiter vorhanden, so braucht derselbe also gleichzeitig seine beiden Hände zu verschiedenen Operationen, und entgleitet ihm die Kurbel zu frühzeitig, so stürzt die Last.

Die Sperrradbremse beschränkt die Thätigkeit des Arbeiters ohne jede Zwischenhandhabung auf das Drehen der Kurbel beim Lastaufwinden und die Bedienung des Bremshebels während des Lastsenkens. Die Kurbel kann jederzeit ohne weiteres verlassen werden, ohne dass die aufgewundene Last zurücksinkt.

Bei der getrennten Anordnung mit frei beweglicher Sperrklinke liegt ferner die Gefahr vor, dass durch zufälliges Einfallen oder unbesonnenes Einwerfen der Sperrklinke während des vollen Rücklaufes des Windentriebwerkes Räder- und Kettenbrüche eintreten. Bei der Sperrradbremse kann infolge des ununterbrochenen Eingriffes des Sperrkegels eine plötzliche Unterbrechung des Lastniederganges nur eintreten, wenn der Arbeiter den gelüfteten Bremshebel plötzlich fallen lässt und dadurch das Sperrwerk festbremst. Aber selbst in diesem Falle werden heftige Stofswirkungen durch die Construction aufgehoben, da die mit dem Sperrwerke gekuppelte Bremse bei plötzlicher Vernichtung der Energie der sinkenden Last dem entstehenden Ueberdrucke nachgiebt und die Bremsscheibe zurückgedrängt wird, bis der Ausgleich der Stofswirkung erfolgt ist.

Um eine sichere Abschwächung des Stofses zu erzielen, darf die Bremse nicht zu kräftig wirkend construirt werden, und ist für die Berechnung des Hebelspanngewichtes nur die ruhende Maximallast als zu vernichtende Antriebskraft zu Grunde zu legen. Das Spanngewicht selbst wird ferner zweckentsprechend verschiebbar angeordnet, so dass man dessen genaue Einstellung für die ausgeführte Bremse durch Versuch bestimmen kann.

Die Anwendung einer Differentialbremse gewährt für die in Rede stehende Construction den Vortheil, dass die bleibende Gewichtsbelastung des Spannhebels beliebig herabgemindert werden kann; aber unter keinen Umständen darf die Wirkung der Differentialbremse bis zur vollkommenen Selbstthätigkeit gesteigert werden, da sonst die Bremse die Eigenschaften eines vollständigen Klemmgesperres annimmt und alsdann den auftretenden Hemmungsstöfsen einen starren Widerstand entgegensetzt.

Das für die Sperrradbremsen benutzte Grundprincip einer Lösungsbremse, welche im ruhenden Zustande gespannt ist und für die Lastsenkung gelüftet wird, ist zuerst von Rudler zur Construction einer einfachen Senkbremse in der Pariser Tabaks-Manufaktur benutzt.[1]) In England sind ähnliche Lösungsbremsen in gröfseren Magazinen vielfach im Gebrauch, in Deutschland dagegen immer noch verhältnismäfsig wenig verbreitet. Man findet sie in Zucker-Raffinerien.

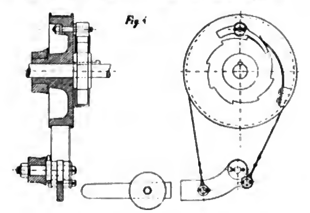
Für Aufzugswinden hat Rolland die Rudler'sche Lösungsbremse zuerst verwerthet und damit einen doppeltwirkenden Aufzug in der Strafsburger-Manufactur ausgestattet.[2]) Die ursprüngliche Anordnung ist sodann für kleine Winden mit calibrirter Lastkette von Mégy und Duhar umgestaltet.[3])

Auch die eingangs besonders besprochene Benutzung der Lösungsbremsen zur Construction von Sperrradbremsen findet sich bereits in den 1868 als Manuscript gedruckten Vorträgen von Reuleaux über Maschinenbaukunde angegeben. Trotzdem scheint dieses Constructionsprincip erst in den letzten Jahren bei uns in der Praxis eine weitergehende Würdigung zu erfahren, ja es sind sogar noch in den Jahren 1879 und 1880 Patente auf derartige Contructionen ertheilt, welche im wesentlichen ganz mit den älteren Reuleaux'schen Angaben und einer auf Grund derselben seit 1878 von E. Becker in Berlin ausgeführten Sperrradbremse übereinstimmen, wie die nachfolgenden Darstellungen erkennen lassen werden.

E. Becker bezeichnet seine Sperrradbremse als »Festbremse«.

[1]) Armengaud, Publication industrielle 1852, VIII, p. 16.
[2]) Armengaud, Publication industrielle, XII, p. 94.
[3]) Armengaud, Génie industrielle 1866, p. 251 und Dingler, Polytechnisches Journal 1866, S. 438.

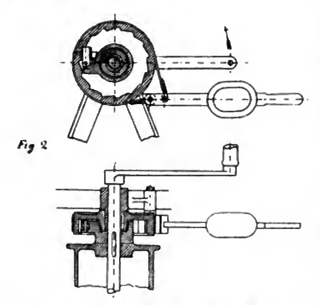
Die Darstellung dieser Construction in Fig. 1 zeigt, dass Bremsscheibe und Sperrrad unmittelbar neben einander auf derselben Welle angeordnet sind, das Sperrrad fest auf der Welle, die Bremsscheibe lose. Der Drehzapfen der Sperrklinke ist seitlich in die Bremsscheibe eingesetzt und die Klinke selbst wird durch eine Feder in dauerndem Eingriff mit dem Sperrrade gehalten. Die Bremse ist eine Differentialbremse mit bleibender Gewichtsbelastung des Spannhebels. Beim Aufwinden der Last dreht sich die Sperrradwelle ungehindert in der Nabe der stillstehenden Bremsscheibe, und das Sperrrad geht frei unter dem Sperrkegel durch.



Wird der Antrieb der Kurbelwelle unterbrochen, so strebt die aufgewundene Last den Rücktrieb der Maschine an. Bei der rückläufigen Bewegung kuppelt sich nun aber das Sperrrad durch die Sperrklinke mit der festgebremsten Scheibe, und die angestrebte Bewegung wird sofort im Entstehen vernichtet. Die Last kann erst sinken oder niedergewunden werden, wenn der Bremshebel gelüftet wird; sie bleibt gebremst wieder stehen, sobald man den Hebel in seine Ruhelage zurücksinken lässt.

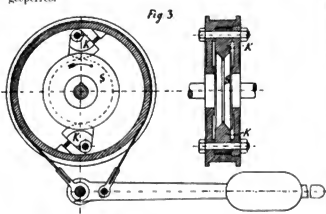
Inbezug auf die Detailausführung ist noch zu bemerken, dass es sich als nothwendig herausgestellt hat, die Sperrklinke, wie in der Figur angegeben, durch Verlängerung über den Drehzapfen in sich selbst auszubalanciren, da sonst bei raschem Umlaufe der Bremsscheibe die Gefahr auftritt, dass sich der Sperrkegel trotz des Federdruckes durch die Einwirkung der Centrifugalkraft aus dem Eingriff mit dem Sperrrade auslöst. Um ferner den einseitigen Druck der Bremshebelbelastung und der unvollständigen Bremsbandumspannung von der Welle fern zu halten, lagert man die Bremsscheibe zweckmäfsig durch eine zapfenförmige Nabenverlängerung im Maschinengestelle selbst und benutzt alsdann die Nabenbohrung der so centrirten Bremsscheibe wiederum als Lager für die Welle.

Die Klinkenbremse von Henkel, D. R.-P. No. 9761, Fig. 2, giebt ein Beispiel für die bereits oben angedeutete Umgestaltung der Construction in der Weise, dass Bremsscheibe und Sperrrad zu einem Ganzen vereinigt sind und der Sperrklinkenträger fest auf der Welle sitzt. Die Bremsscheibe ist zu dem Zweck innen verzahnt und der auf die Welle aufgekeilte Sperrklinkenträger ragt in die Höhlung der Bremsscheibe hinein. Die Klinke ruht in einem Gabelausschnitt ihres gusseisernen Trägers um einen kleinen Zapfen drehbar und durch eine Feder ununterbrochen in die Sperrzähne der losen Bremsscheibe eingepresst. Die Einwirkung der Centrifugalkraft kann die Sicherheit des Eingriffes bei dieser Anordnung nicht in Frage stellen. Die Lösungsbremse ist eine einfache einarmige Hebel-Bandbremse und erfordert daher eine stärkere Hebelbelastung als bei Benutzung einer Differentialbremse. Die lose Bremsscheibe läuft auf einer zapfenförmigen Verlängerung des Gestellauges, in welchem die Bremswelle gelagert ist. Der Zweck dieser Anordnung, den einseitigen Druck der Bremsscheibe von der Welle fern zu halten, wird geschickter durch die oben angegebene Ausführung erreicht, die Bremsscheibe mit einer zapfenförmigen Verlängerung der Nabe in das Auge des Maschinengestelles ein-



greifen zu lassen und die Welle direct in der Nabenbohrung zu lagern, da sich der Tragzapfen an der Bremsscheibennabe leichter als am Maschinengerüst bearbeiten lässt.

Die geräuschlose Sicherheitsbremse von F. Wiesche, D. R.-P. No. 10953, Fig. 3, unterscheidet sich von den vorbesprochenen Constructionen im wesentlichen nur durch die Benutzung eines Klemmsperrwerkes an Stelle eines Zahngesperres.



Das Sperrrad S mit konischer Umfangsnute sitzt fest auf der Welle. Die Bremsscheibe umschliefst das Sperrrad als Gehäuse und ist auf den zapfenförmigen Verlängerungen desselben lose centrirt. Die Bolzen, durch welche das Gehäuse der Bremsscheibe verschraubt ist, bilden gleichzeitig die Drehzapfen der excentrischen Klemmbacken KK, deren ununterbrochener Eingriff in die konische Umfangsnute des Sperrrades durch kleine Spiralfedern gesichert wird. Die Bremse ist, wie bei der Henkel'schen Klinkenbremse, eine einfache Bandbremse mit stark belastetem, einarmigem Hebel. Bei der durch den Pfeil angedeuteten Umlaufsrichtung der Bremswelle bleibt die einseitig wirkende Klemmkupplung zwischen der Bremsscheibe und dem Sperrrad aufser Thätigkeit, indem die in der festgespannten Bremsscheibe hängenden Klemmbacken durch die Rotation des Sperrrades selbstthätig zurückgedrängt werden. Bei umgekehrter Umlaufsrichtung schliefst sich dagegen die Klemmkupplung, und der Rücklauf des Triebwerkes der Winde kann erst eintreten, wenn die Lüftung des Bremshebels die Bremsscheibe frei macht.

Die Annehmlichkeit des geräuschlosen Ganges wird durch eine Erhöhung der Herstellungskosten erkauft, da die Klemmkupplungstheile eine saubere Bearbeitung bedingen, während für Zahngesperre die rohen Gussformen genügen. Im übrigen

dürfte es sich unter Berücksichtigung der früher angegebenen Gründe empfelen, die Ausführung der Construction dahin abzuändern, dass der einseitige Bremsscheibendruck auf eine directe Lagerung im Maschinengerüst übertragen wird, die Welle selbst also vollständig entlastet bleibt. Ganz besonders wird sich aber hier eine Ausbalancirung der Klemmbacken als nothwendig erweisen, um eine Auslösung derselben durch die Einwirkung der Centrifugalkraft zu verhindern, die bei den Klemmbacken noch eher als bei Zahnsperrklinken zu befürchten ist.

Zu beachten ist, dass sich Sperrradbremsen nur auf Wellen anordnen lassen, welche beim Lastaufwinden stets im selben Sinne umlaufen. Bei Winden mit ausschaltbarem Vorgelege kann demnach die Sperrradbremse nicht auf der Kurbelwelle angebracht werden, sobald der Antrieb dieser Welle zum Lastaufwinden in entgegengesetzten Richtungen erfolgt, je nachdem man mit einfachem oder doppeltem Vorgelege arbeitet.

Durch die Sperrradbremsen wird eine Vereinigung des Sperr- und Bremsapparates erreicht, der die Sicherheit der Bedienung der Winde wesentlich erhöht. Einen weiteren Schritt vorwärts bietet die Verschmelzung des Sperr- und Bremswerkes mit dem Antriebsorgan der Winde, mit der Kurbel oder mit dem Haspelrade, so dass die Verrichtungen des Lastaufwindens und Senkens durch verschiedene Handhabung ein und desselben Maschinenorganes vermittelt werden.

Mit einer derartigen Anordnung lässt sich leicht eine Zwangsausschaltung der Kurbel während des Lastniederganges vereinigen, und die vollständige Beseitigung der Gefahr der Kurbelschläge, welche hierdurch erreicht wird, hat dazu geführt, die diesbezüglichen Constructionen mit dem Namen »Sicherheitskurbeln« zu belegen.

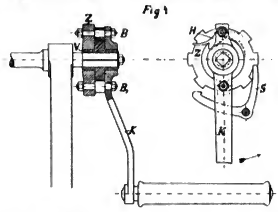
Die Verschmelzung der Kurbel mit dem Bremsapparate zu einem gemeinsamen Maschinenorgan rechtfertigt es, in einer wissenschaftlichen Erörterung diese Construction den Bremswerken zuzuordnen, und selbst die vereinzelten Ausführungen, welche nur den Stillstand der Kurbel während des Lastniederganges bezwecken und von einer unmittelbaren Vereinigung der Kurbel und Bremse Abstand nehmen, stehen in so inniger Abhängigkeit von der Anordnung des Bremswerkes — da die Ausschaltung der Kurbel immer eine gleichzeitige Einschaltung des Bremsapparates bedingt — dass sich auch derartige Sicherheitskurbeln am besten in einer Abhandlung über Bremsen erörtern lassen. Diese gemeinsame Behandlung scheint für den vorliegenden Zweck um so mehr angezeigt, als nur auf diesem Weg eine Uebersicht über die verschiedenen Constructionsformen geboten werden kann, welche ganz oder wenigstens theilweise demselben Zwecke dienen.

Die einfachste und älteste Anordnung, die Kurbel beim Sinken der Last aus dem Triebwerke dadurch auszuschalten, dass man die Kurbelwelle in ihren Lagern in der Axenrichtung verschiebt und hierdurch den Eingriff der Triebräder aufhebt, bietet nur eine durchaus unzureichende Sicherheit, da es der Willkür des Arbeiters überlassen bleibt, ob er die Ausschaltung der Kurbel bewirken will oder nicht, und der Construction demgemäfs die Eigenschaft der Zwangsauskupplung fehlt.

Die Sicherheitskurbel von Gauhe, Gockel & Co., D. R.-P. No. 15053, verwerthet das Princip der Zwangsauskupplung der Kurbel für den Rücklauf des Triebwerkes, lässt aber die Frage bezüglich einer zweckmäfsigen Anordnung des Bremswerkes in fester Abhängigkeit zur Kurbelconstruction ebenso unberührt und ungelöst wie die älteren Ausführungen.

Die Gauhe'sche Sicherheitskurbel, Fig. 4, wird zum Lastaufwinden mit dem Triebwerke der Winde durch den Eingriff einer Klinke in eine Mitnehmerscheibe gekoppelt, beim Lastsenken dagegen durch Auslösen dieser Kupplungsklinke ausgeschaltet und durch dauernden Eingriff eines zweiten Zahngesperres am Rücklaufe gehindert. Abgesondert von der Kurbel ist eine gewöhnliche Bandbremse auf der Kurbelwelle angeordnet. Die Mitnehmerscheibe V aus Schmiedeisen oder Stahl sitzt fest auf dem Vierkant der Kurbelwelle. Die Kurbel K und das gusseiserne Sperrrad Z sind auf den cylindrischen Nabenansätzen der Mitnehmerscheibe zu beiden Seiten derselben lose aufgesetzt und durch zwei Stehbolzen B_1 und B_2 fest mit einander verbunden. Der Stehbolzen B_1 ist gleichzeitig der Drehzapfen der Kupplungsklinke H, welche in der

Figur im Eingriffe mit der Mitnehmerscheibe gezeichnet [illegible]. Dreht man die Kurbel im Sinne des Pfeils, so überträgt [illegible] der Antrieb der Kurbel durch die Mitnehmerscheibe auf die Triebwelle der Winde, während der Rücklauf durch den in das Sperrrad eingreifenden Sperrkegel S gehindert wird. Um die Last zu senken, muss man die Kupplungsklinke H aus der Mitnehmerscheibe auslösen. Hierzu ist zunächst die Kurbel so weit vorwärts zu drehen, dass der Sperrkegel S etwa auf der Mitte einer Sperrzahntheilung steht, das Sperrrad also im Augenblicke nicht abstützt, sodann ist die Kurbelwelle durch Anziehen des Bremshebels festzubremsen, um den Rückdruck der Mitnehmerscheibe auf die Klinke H aufzuheben, und schliefslich durch eine geringe Rückwärtsdrehung der Kurbel der Eingriff der Klinke so weit frei zu machen, dass sich dieselbe in die punktirte Lage umlegen lässt. Der Rücklauf des Windentriebwerkes und das Senken der Last erfolgt dann unter entsprechender Lüftung der Bremse bei stillstehender Kurbel, da dieselbe ausgekuppelt ist und ein Mitnehmen durch Reibung durch den sofort wieder eingreifenden Sperrkegel S gehindert wird.



Um die Last ohne fortgesetztes Anspannen der Bremse frei schwebend zu halten, muss die Kuppelungsklinke H wieder in die Mitnehmerscheibe eingelegt werden. Die ganze Handhabung des Apparates macht verschiedene Verrichtungen nothwendig, die einen mit der Maschine vertrauten Arbeiter voraussetzen; vor allen Dingen erscheint es unbequem, dass die Auslösung der Kupplungsklinke nicht bei jeder Kurbelstellung vorgenommen werden kann. Da ferner nur die Kurbel selbst während des Rücklaufes des Triebwerkes ausgeschaltet wird, nicht aber die Kurbelwelle, so ist für Winden mit Doppelkurbeln eine Combination der Gauhe'schen Kurbel mit einer gewöhnlichen ausgeschlossen, und es ergiebt sich für diesen Fall der Nachtheil, dass beide Kurbeln als Sicherheitskurbeln ausgeführt werden müssen.

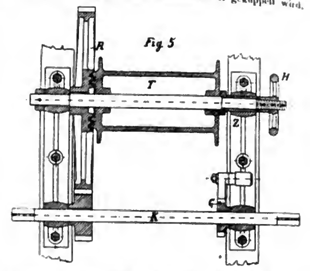
Die verschiedenen Verrichtungen, welche die Gauhe'sche Kurbel erfordert, würden etwas vereinfacht und die Sicherheit der ganzen Maschine erhöht werden, wenn statt der gewöhnlichen Bremse eine Sperrradbremse benutzt wäre, die in ruhendem Zustande den selbstthätigen Rücklauf des Triebwerkes hinderte. Der Arbeiter hätte alsdann Kurbel und Bremse stets nur getrennt zu bedienen und das durch die ruhende Sperrradbremse festgestellte Triebwerk könnte ohne Gefahr sich selbst überlassen bleiben, um die Kupplungsklinke zum Lastaufwinden einzulegen oder umgekehrt wieder auszulösen, wenn die Last gesenkt werden sollte. Irrtümer erscheinen bei diesen Verrichtungen ausgeschlossen, da je nach der besonderen Lage der Kupplungsklinke entweder nur das Aufwinden der Last oder nur das Senken derselben möglich ist.

Inbezug auf die Details der Gauhe'schen Construction ist noch zu bemerken, dass die schwanzartige Verlängerung der Kupplungsklinke H in der punktirten ausgelösten Lage über den ganzen Einschnitt in der Mitnehmerscheibe fortgreift und dadurch verhindert, dass beim raschen Senken der Last die Klinke etwa durch einen Stofs zurückgeworfen werden kann.

Der Sperrkegel S ist doppelt ausgeführt in Winkelform [illegible] ... klinke [illegible] einen [illegible] hörigen [illegible]

Die [illegible] D. R.-P. No. [illegible] bezüglich der [illegible] und Bremswerk [illegible] der Kurbel, während [illegible] Eingriffe mit dem [illegible] die Kenntnis dieser [illegible] Skizze derselben in [illegible] dies. Jahrg. genügen, da [illegible] Arrangement dieser Sicherheits[illegible] griffe, Zugstangenmechanismus [illegible] der durch die Kurbelnabe [illegible] aus derselben zurückgezogen wird [illegible] dauernde Gebrauchsfähigkeit bieten [illegible] erörterten Constructionen, ohne [illegible] theile zu gewähren.

Die Sicherheitskurbel mit Riffel[illegible] **von Kölle**, D. R.-P. No. 11 275, Fig. [illegible] den Stillstand der Kurbelwelle während des [illegible] zu erzielen, durch Einschaltung einer Friction[illegible] der Windetrommel T und dem Trommelrade R [illegible] welle K ist durch den dauernden Eingriff eines [illegible] in das Sperrrad G nur die zum Lastaufwinden [illegible] Drehbewegung gestattet, die rückläufige Bewegung [illegible] jederzeit verhindert. Diese Sperrung der Rücklauf[illegible] erstreckt sich durch den Zahnrädereingriff auch auf [illegible] Trommelwelle. Mit Rücksicht auf die erforderliche [illegible] senkung ist die Trommel selbst daher auf ihrer Welle lose angeordnet und nimmt an der Bewegung des Triebwerkes nur Theil, wenn sie mit dem Trommelrade R gekuppelt wird.



Zu diesem Zwecke sind die einander zugewandten Flächen der Nabenkränze des Rades und der Trommel mit einander entsprechenden keilförmigen Riffeln ausgestattet, deren Anpressung oder Lösung durch das Handrad H vermittelt wird. Die Nabe des Handrades greift mit Muttergewinde in die als Schraubenspindel endigende Trommelwelle und pflanzt den Schraubendruck durch die Zapfenhülse Z auf die Trommel fort, so dass bei genügend scharfer Anspannung der Schraube alle auf der Trommelwelle sitzenden Theile durch Friction gekuppelt werden und mit einander umlaufen, so lange die Kurbelwelle zum Lastaufwinden in Thätigkeit gesetzt wird,

dagegen gemeinsam zur Ruhe gelangen, sobald der Antrieb der Kurbelwelle aufhört.

Die Riffelscheibenkupplung wirkt gleichzeitig als Lösungsbremse. Lüftet man die Kupplung, so läuft die Trommel unter dem Antriebe der Last rückwärts um, und die verminderte Reibung zwischen den Riffelflächen wirkt nur, je nach der Regulirung durch das Handrad, als mehr oder minder grofser Bremswiderstand für die Lastsenkung.

Die Kölle'sche Construction bietet im Vergleiche zu der Gauhe'schen den Vortheil, dass der Wechsel zwischen Heben und Senken der Last bei jeder Kurbelstellung und ohne jede Zwischenverrichtung vorgenommen werden kann. Als ein Nachtheil der besonderen Ausführung erscheint, dass die Spannvorrichtung der Kupplungsbremse beim Zurückdrehen des Handrades nur die Lösung der Kupplung frei giebt und die thatsächliche Lüftung von dem selbstthätigen Zurückweichen der Keilflächen abhängig macht. Bei schlechter Wartung der Frictionsflächen oder vorangegangener übermäfsiger Einpressung der Kupplungshälften liegt die Gefahr vor, dass sich die selbstthätige Auslösung der Keilflächen verzögert, und wenn dieselbe schliefslich erfolgt, die Spannvorrichtung inzwischen so weit zurückgezogen ist, dass nunmehr die Lasttrommel ohne jeden Bremswiderstand abschnurrt.

Die Frictionskupplung kann für gröfsere Winden ebenso gut auf einer Vorgelegewelle wie hier auf der Trommelwelle eingeschaltet werden, ja sie lässt sich sogar, wie wir weiter unten sehen werden, auf der Kurbelwelle direct mit der Kurbel selbst vereinigen. Bei der Sicherheitskurbel von Weidtmann, auf die wir hier hinweisen, ist auch der oben gerügte Uebelstand einer möglichen Verzögerung der Lüftung der Bremskupplung auf einfache Weise beseitigt.

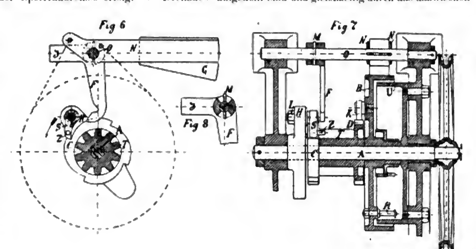
Zum Abschluss der Erörterungen über die vorstehend besprochenen Constructionen ist noch darauf hinzuweisen, dass die Gauhe'sche Ausführung sich ausschliefslich nur für Winden mit Kurbelantrieb anwenden lässt, für hochgelegene Winden mit Haspelradantrieb aber nicht zu verwerthen ist, weil das Ein- und Auslegen der Kupplungsklinke sich füglich nur direct mit der Hand vornehmen lässt. Dieselbe Beschränkung gilt für die Construction von Beck & Henkel. Auch die Kölle'sche Anordnung erscheint für solche Fälle unbequem, da sie zwei getrennte Ziehräder, eins für den Antrieb der Winde und ein zweites für die Ein- und Ausrückung der Kupplungsbremse erheischen würde.

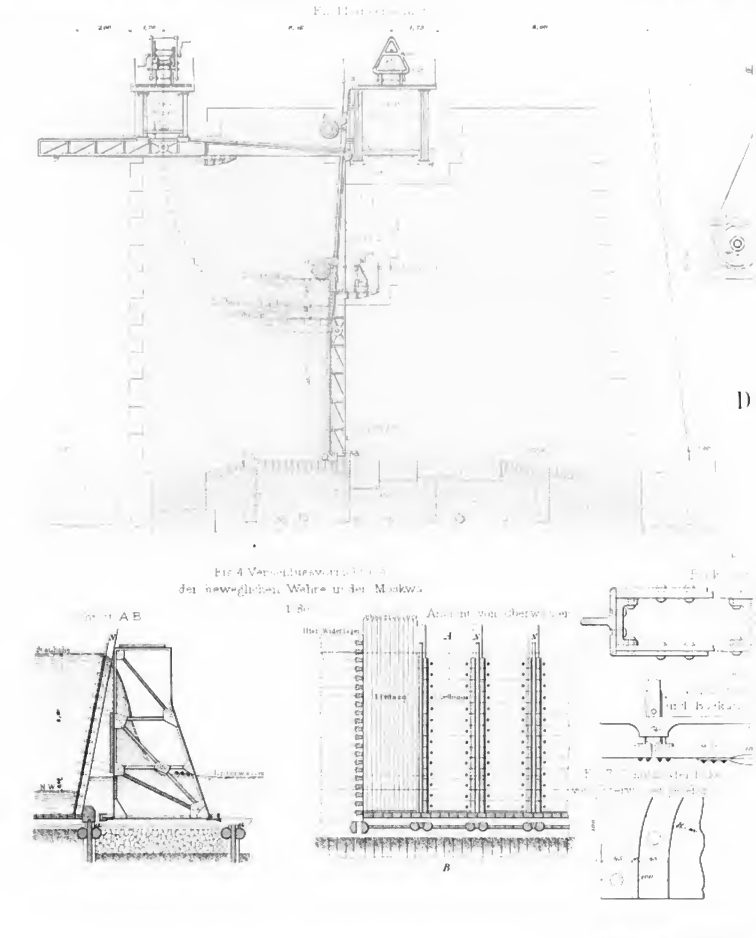
Ausdrücklich mit Rücksicht auf die besonderen Verhältnisse, welche für hochgelegene Winden mit Haspelradantrieb vorliegen, ist die nachfolgend beschriebene Construction von E. Becker ausgeführt.

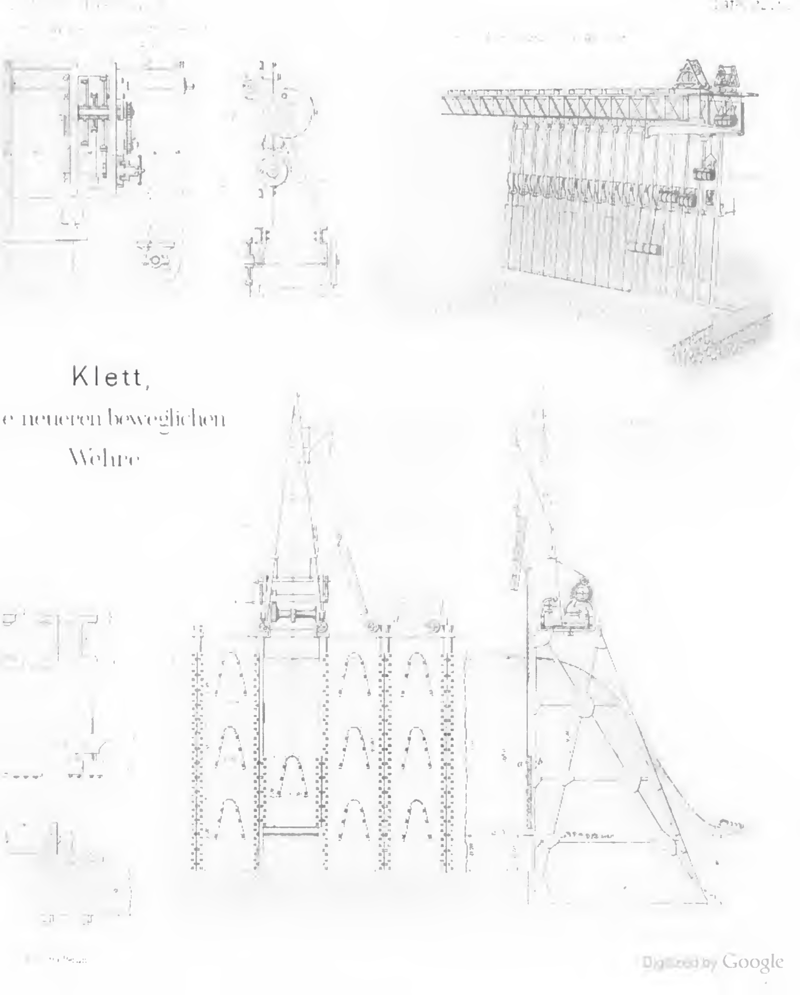
Die Becker'sche Anordnung für Winden mit stillstehender Haspelradwelle während der Lastsenkung ist durch die Figuren 6, 7 und 8 veranschaulicht. Der Antrieb der Winde wird durch ein Zahngesperre vermittelt. Für den Lastniedergang ist ein vollständiger selbständiger Sperr- und Bremsapparat angeordnet, aus einer Sperrradbremse und einem Centrifugalbremsregulator bestehend. Die Auslösung des Antriebgesperres und die Steuerung der Sperrradbremse erfolgt durch eine geringe Rückwärtsdrehung des Haspelrades, so dass sich die Thätigkeit des Arbeiters beim Lastaufwinden und Senken auf einen entgegengesetzten Zug an der Haspelkette beschränkt. Die Auswechselung der einzelnen Organe, welche bei Vor- und Rücklauf des Triebwerkes in Thätigkeit treten, wird durch den Wechsel der Umlaufsrichtung selbstthätig bewirkt.

Zum leichteren Verständnis der ganzen Anordnung, welche auf den ersten Blick, infolge der gedrängten Vereinigung verschiedener Organe mit sich gegenseitig ablösender Wirkung, verwickelter erscheint, als sie in Wahrheit ist, empfiehlt es sich, die einzelnen Maschinentheile, welche beim Lastaufwinden und beim Lastsenken in Thätigkeit treten, getrennt zu erörtern.

Auf der Antriebwelle A sitzt einerseits das Haspelrad, andererseits der Mitnehmerhebel H, beide fest mit der Welle durch Keilschluss verbunden. Der Mitnehmerhebel H — zu seiner eigenen Ausbalancirung symmetrisch nach rückwärts verlängert — trägt auf einem seitlich eingesetzten Zapfen L die Kupplungsklinke S, deren Eingriff in das Sperrrad C den Antrieb auf das Räderwerk der Winde fortpflanzt. Zu diesem Zweck ist das Sperrad C seitlich an das Zahntriebrad T angegossen, welches lose auf der Haspelradwelle sitzt und daher nur durch die Klinkenkupplung mitgenommen wird, falls sich die Welle und mit ihr der Mitnehmerhebel in dem durch den Pfeil angedeuteten Sinne dreht. Der Eingriff der Klinke wird während der Umdrehung durch eine Spiralfeder gesichert. Die Kupplungsklinke S ist noch mit einem seitlich vorstehenden Zapfen Z versehen, der, wie wir später sehen werden, die Auslösung der Sperrradbremse für die Lastsenkung vermittelt. Der Auslösungshebel F, welcher hierbei in Thätigkeit tritt, reicht von der Drehaxe O des Bremsspannhebels mit seiner abwärts gekehrten Endigung bis in die Umlaufsbahn des Zapfens Z hinab, aber dieser Auslösungshebel ist derartig lose auf der Axe O angeordnet, dass er um einen gewissen Anschlagwinkel frei pendelnd ausweichen kann, wenn bei dem Umlaufe des Mitnehmerhebels H in der Richtung des Pfeiles der Zapfen Z mit ihm zusammenstöfst. Um die pendelnde Ausweichung des Auslösungshebels, der andererseits für seine eigentliche Bestimmung mit der Axe O verbunden sein muss, zu ermöglichen, wird der Hebel durch einen Stahlstift M zwar auf der Welle festgehalten und mit dieser gekuppelt, aber in der Hebelnabe, Fig. 8, ist in der Schwingungsebene der Pendelbewegung zu beiden Seiten des Stiftes ein sectorenförmiger Schlitzspielraum gelassen. Das Zurückschwingen des Auslösungshebels in seine mittlere Stellung wird durch den Gewichtseinfluss einer winkelförmigen Verlängerung J unterstützt. Das Aufwinden der Last erfolgt also unter gleichzeitiger wirkungsloser pendelnder Ausweichung des Auslösungshebels F, während das Zahntriebrad T entweder direct in das Trommelrad eingreift oder zunächst ein Zwischenvorgelege umtreibt. Um die aufgewundene Last in jeder Stellung frei schwebend zu halten, ist auf der Haspelradwelle die Scheibe B einer Sperrradbremse lose aufgesetzt, deren zugehöriges Sperrrad D entsprechend dem Antriebsperrrade C mit dem Zahntriebrade zusammengegossen ist. Beim Aufwinden läuft das Sperrrad D frei unter dem Sperrkegel K durch, dessen Drehzapfen in die Bremsscheibe eingesetzt ist. Der Sperreingriff der beiden Klinken S und K liegt demnach nach entgegengesetzten Richtungen. Sucht die aufgewundene Last, sich selbst überlassen, das Zahntriebrad zurückzudrängen, so tritt alsbald die Sperrklinke K in Thätigkeit und kuppelt das Getriebe mit der Bremsscheibe B, die durch das gespannte Bremsband festgehalten wird, so dass der Rücklauf der Last durch die Bremskupplung gehindert wird. Der Bremshebel ist aus zwei Flacheisenschienen $N\,N$ gebildet, welche auf die Drehaxe O aufgekeilt sind und gleichzeitig durch das dazwischen






Klett,
e neueren beweglichen
Wehre

genietete Belastungsgewicht G abgesteift werden. Die Bremse ist, wie alle Becker'schen Sperrradbremsen, als Differentialbremse construirt, mit begrenzter, durch die Gewichtsbelastung normirter Spannung.

Um die Last zu senken, zieht man die Haspelradwelle, der Richtung beim Aufwinden entgegengesetzt, etwas zurück. Hierbei dreht sich die Welle, da das übrige Triebwerk durch die Bremskupplung der Sperrradbremse festgehalten wird, lose in der Nabe des Zahntriebrades und der Bremsscheibe, während nur der Mitnehmerhebel H an der Bewegung theilnimmt. Es löst sich demnach der Eingriff zwischen der Kupplungsklinke S und dem zurückbleibenden Sperrrade C. Bei fortgesetzter Rückwärtsdrehung schiebt sich der Zapfen Z auf die schräge Zahnfläche des Auslösungshebels F in die Höhe, legt sich in den kreisförmigen Ausschnitt an der Zahnwurzel und drängt dabei den Hebel selbst zurück, der der Bewegung erst lose folgt, dann durch Anschlag des Stahlstiftes M an die Schlitzbegrenzung seiner Nabe die eigene Drehung auf die Bremshebelaxe O überträgt und dadurch die Lüftung der Sperrradbremse bedingt. Mit diesem Augenblicke läuft das mit der Bremsscheibe gekuppelte Zahntriebrad lose auf der stillstehenden Haspelradwelle zurück. Die Lüftung der Bremse lässt sich durch den Zug an der Haspelkette beliebig reguliren, und die Lastsenkung wird sofort unterbrochen, sobald man durch Loslassen der Kette die Bremse wieder dem ruhenden, gespannten Zustande überlässt. Ein entgegengesetzer Zug am anderen Trum der Haspelkette führt die Kupplungsklinke S aus dem Auslösungshebel in den Eingriff mit dem Antriebsperrrade C zurück und bringt damit den ganzen Apparat in die zum Aufwinden der Last erforderliche Stellung.

Um die Wirkungen einer fahrlässigen, zu starken Lüftung der Sperrradbremse unschädlich zu machen, ist mit der Sperrradbremse ein selbstthätiger Centrifugalbremsregulator verbunden. Die Bremsklötze dieser Centrifugalbremse sind, um Zapfen R drehbar, direct im Innern der Sperrradbremsscheibe untergebracht und schleifen bei gesteigerter Tourenzahl am inneren Umfange der mit dem Maschinengerüste fest verschraubten Bremstrommel U.

Ueberblickt man nach diesen Erörterungen die ganze Construction, so ergiebt sich, dass die Umsteuerung des Triebwerkes für die Verrichtungen des Lastaufwindens, der Lastsperrung und der gebremsten Lastsenkung unter ausschliefslicher Benutzung der Antriebkette mit dem Vortheil einer während des Lastniederganges stillstehenden Haspelradwelle durch die einfache Einschaltung des Mitnehmerhebels H und der Kupplungsklinke S in Verbindung mit dem Sperrrade C und mit dem Auslösungshebel F erreicht ist. Alle übrigen Maschinentheile entsprechen einer gewöhnlichen sorgfältig construirten Winde mit vollständiger Bremswerkausrüstung.

Die ganze Anordnung lässt sich ohne weiteres auch für Kurbelantrieb benutzen und ist auch hierfür bereits mehrfach ausgeführt.

(Schluss folgt.)

Die neueren beweglichen Wehre,

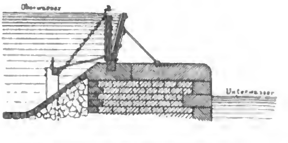
von Baumeister Klett.

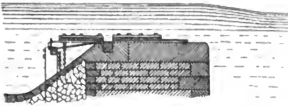
Zum Austauen des Wassers in Flüssen und Bächen behufs Gewinnung von Wasserkräften, zur Herstellung gröfserer Wassertiefe für den Schifffahrtsverkehr und zu Bewässerungszwecken bedient man sich schon seit langer Zeit der festen Wehre, d. h. man errichtete in den Wasserrinnen Mauern von verschiedenen Formen oder Dämme, welche mit Holz oder Stein in mannigfaltigen Constructionen ausgeführt wurden. Derartige feste Wehranlagen verengen das Flussprofil oft in beträchtlicher Weise und haben Ueberflutungen oberhalb gelegener Ländereien, besonders bei Hochwasser, Versumpfungen u. s. w. im Gefolge. Dieselben erschweren auch den Eisgang in vielen Fällen und sind der Zerstörung leicht ausgesetzt; auch erfordert ihre Unterhaltung beträchtliche Summen.

Diese Nachtheile lassen es erwünscht erscheinen, solche Stauanlagen beweglich zu machen, und sind wohl die Schützen- oder Schleusenwehre, wie sie vielfach auch zum Verschlusse von Fabrikkanälen angewandt werden, als die ersten Versuche dieser Art anzusehen. Die Schützenwehre bestehen bekannt-

[illegible]
festigt [illegible]
konnte[1], [illegible]
laufe [illegible]
nungen sind [illegible]
Flussbreiten, [illegible]
Hebevorrichtung [illegible]
über der gröfsten [illegible]
dert die Bedienung [illegible]
reich der Ingenieur [illegible]
skizzirte Construction [illegible]
Wehren in dem Flüsschen [illegible]
Niederwasser sich befanden [illegible]
Entfernen von Mauerwerk [illegible]
hölzerne Klappen anbringen. [illegible]
dem Wehre befestigte Axen [illegible]
selben war jedoch sehr schwierig [illegible]
Handhabung sicherer zu machen, [illegible]
fand, Gegenklappen a anzubringen, [illegible]
rungen einzuführen, ohne jedoch ein [illegible]
System zu erlangen. Erst im Jahre [illegible]
französische Ingenieur Chanoine diesem [illegible]
die im Jahre 1857 gemachte Anwendung [illegible]
tate gab und den Bau vieler solcher Wehranlagen [illegible]
reich nach sich zog.

Thenard'sches Klappenwehr.





Inzwischen hatte aber der Ingenieur Poirée im Jahre 1833 ein anderes bewegliches Wehrsystem erfunden, welches wohl die gröfste Verbreitung erlangt hat und deshalb ausführlicher beschrieben werden soll. Dieses Wehrsystem wurde zuerst im Jahre 1834 in der Yonne bei Basserelle ausgeführt und sind jetzt in Frankreich allein 124 Wehranlagen ganz oder theilweise nach diesem Systeme gebaut; in Belgien sind wohl über 20, in Deutschland etwa 15 Poirée'sche Wehre, sogenannte Nadelwehre, davon 5 in der Saar zwischen Ensdorf

[1] Eine gröfsere derartige Anlage wurde in Müden (Provinz Hannover) in der Oker im Jahre 1880 erbaut; ebenso bei Tarnowke in der Kuddow, einem Nebenflusse der Netze, im Jahre 1881. Letztere Anlage ist 32,2m weit, hat etwa 3,0m Stauhöhe und kostete 55000 *M*. Siehe Broschüre von Bauinspector Mohr. Berlin, 1882.

Bemerkenswerth ist auch das Trommelwehr zu Schweinfurt, System Nagel und Kaemp. Dtsch. Bztg. 1878, S. 261.

[2] Travaux publics de la France; Handbuch der Ingenieurwissenschaft von Franzius und Sonne, III. Bd., S. 214; de Lagrené, Cours de navigation, III. Bd.

und Saargemünd, bei Güdingen, Saarbrücken, Louisenthal, Ensdorf, 2 in der Brahe unterhalb Bromberg, 1 in der Ill bei Strafsburg, 2 in der Mosel von Metz bis Arnaville[1]), 1 in der Werra bei Oeynhausen in der Nähe von preufsisch Minden.[2])

Diese Poirée'schen Wehre, gewöhnlich auch Nadelwehre genannt, welcher Namen von dem früher allgemein gebräuchlichen Verschluss mittelst schmaler Bohlen — sogenannter Nadeln — herrührt, haben viele Vortheile, sowohl im Vergleiche zu den festen als auch zu den Schützenwehren, und sind seit ihrer Erfindung wesentlich vervollkommnet, den einzelnen Flussverhältnissen entsprechend verbessert worden. Uebrigens ist die Bezeichnung Nadelwehr nur für diejenigen Wehre richtig, welche Nadelverschluss haben, während, wie später zu ersehen ist, auch andere Verschlussarten gewählt wurden, weswegen die Bezeichnung Poirée'sches Wehr oder bewegliches Rahmenwehr oder Bockwehr zutreffender sein möchte.

Das Kennzeichen der Poirée'schen Wehre sind die trapezförmigen eisernen Böcke, welche auf einem im Flusse erbauten, etwa bis Sohlenhöhe reichenden Fundament aufstehen und um eine horizontale, in der Flussrichtung liegende Axe drehbar sind, also bei Hochwasser, Eisgang u. s. w. umgelegt werden können. Diese Wehrböcke stehen in Entfernungen von 1,0 bis 1,5 m, sind unter einander durch entfernbare Winkeleisen verbunden und tragen einen Bohlenbelag zur Herstellung einer Laufbrücke, von welcher aus der Verschluss eingebracht bezw. wieder entfernt werden kann. Das Umlegen und Aufziehen der Wehrböcke erfolgt mittelst Ketten oder Haken. Der Verschluss besteht in vielen Fällen, besonders bei mittleren Stauhöhen von 1,0 bis 2,0 m, aus schmalen hölzernen Bohlen (sogenannten Nadeln), welche meistens einen rechteckigen Querschnitt von 5/5 bis 10/10 cm haben; dieselben werden annähernd vertical aufgestellt und stützen sich unten gegen einen im Fundamente vorhandenen Falz, lehnen sich oben gegen eine Eisenstange, welche zugleich die Wehrböcke unter einander verbindet.

Das Aufstellen eines solchen Wehres geschieht nach verlaufenem Hochwasser in der Weise, dass man vom Ufer aus mittelst einer Kette oder eines Hakens den auf dem Fundamente liegenden ersten Wehrbock aufrichtet und ihn mit einer Eisenstange an der Ufermauer befestigt, alsdann Bohlen überlegt und von diesem Steg aus den zweiten Wehrbock aufrichtet, mit dem ersten verbindet, weitere Bohlen überlegt und so mit dem Aufrichten fortfährt. Sind alle Wehrböcke aufgerichtet, so werden die Nadeln zum Verschluss eingebracht oder auch andere seither eingeführte Verschlussmittel, wie Holztafeln, Rolltafeln u. dergl. hierzu benutzt. Beim Umlegen des Wehres verfährt man umgekehrt, d. h. man nimmt zuerst die Nadeln heraus, alsdann den Bohlenbelag zwischen dem letzten Wehrbock und dem Ufer, entfernt die eiserne Querstange, welche die obere Stützfläche der Nadeln bildet und dreht den Wehrbock um seine horizontale Axe so lange, bis er auf dem Fundamente liegt; ebenso wird der zweite, der dritte und schliefslich der letzte Wehrbock umgelegt. In diesem Zustand ist das Flussbett frei; Hochwasser, Eis u.s.w. können ungehindert wie im freien Flusse an der Wehrstelle passiren.

Bei der zuerst erfundenen Construction wurde Nadelverschluss angewandt, der auch jetzt noch bei vielen Wehren mit kleineren Stauhöhen von etwa 1 bis 2 m beibehalten ist. Bei gröfseren Stauhöhen von 2 bis 4 m hat dieser Nadelverschluss verschiedene Uebelstände, denn durch den grofsen Wasserdruck biegen die Nadeln sich leicht durch, wodurch viel Wasser verloren geht; um das zu verhindern, müssen dieselben sehr stark gemacht werden. Sie erlangen dann ein bedeutendes Gewicht, so dass es schwer, öfters sogar unmöglich wird, sie von Hand herauszunehmen bezw. einzusetzen, wodurch die Anlage von Hebeapparaten, wie Bauwinden, Flaschenzügen u. s. w. erforderlich wird. Derartige grofse Nadeln zerbrechen dann auch häufiger. Zur Beseitigung dieser Uebelstände sind im Laufe der

[1]) Zeitschrift für Bauwesen 1874, S. 147. Abhandlung von Schlichting, in welcher zu gleicher Zeit eine Beschreibung der in der Mosel auf französischem Gebiet ausgeführten 4 Nadelwehre zu Custines, Marbache, Dieulouard und Pont-à-Mousson folgt, und zwar sind die Wehranlagen von Marbache und Dieulouard mit den daselbst liegenden Moselbrücken verbunden.

[2]) Zeitschrift für Bauwesen 1866, S. 446.

Zeit, d. h. seit 1833, an den in Frankreich, Belgien, Deutschland, Russland u. s. w. erbauten Poirée'schen Wehren Verbesserungen vorgenommen worden, die nachstehend systematisch geordnet erläutert werden sollen, und zwar zuerst die Vorkehrungen zum raschen und gefahrlosen Beseitigen schwerer Nadeln.

Im Jahre 1845 erfand der belgische Ingenieur Kummer, etwa gleichzeitig mit einigen französischen Ingenieuren, eine Vorrichtung, durch welche nicht nur die Nadeln rasch und gefahrlos für die Arbeiter zu beseitigen waren, sondern die auch gestattete, dass die Nadeln dauerhafter, d. h. aus Eichenholz und in gröfseren Abmessungen hergestellt werden konnten. Diese Vorrichtung besteht im Beweglichmachen der oberen Eisenstange *a* (Fig. 1 und 2, Tafel XXX), die sich um die verticale Axe *h* (Fig. 2) dreht und mit der Nase *b* (Fig. 2) gegen einen Eisencylinder (Fig. 3 bis 6) lehnt.

Wird nun dieser Cylinder mittelst eines verticalen Schlüssels (Fig. 3 bis 6, Tafel XXX) gedreht, so verliert die Nase *b* der beweglichen Widerlagerstange *a* durch den angebrachten Einschnitt bei *GH* (Fig. 5) ihren Stützpunkt und wird durch den auf die Nadeln wirkenden Wasserdruck um ihre verticale Axe *h* gedreht. Die Nadeln verlieren hierdurch den oberen Stützpunkt und werden von dem Wasser fortgerissen. Um das Fortschwimmen derselben zu verhüten, sind an ihren Köpfen Oesen angebracht, durch welche eine Leine gezogen wird, und zwar verbindet man auf diese Weise immer die zwischen je 2 Wehrböcken befindlichen Nadeln, deren Anzahl sich auf 10 bis 12 Stück beläuft. Diese Leine wird an einem der Wehrböcke befestigt und verhindert nicht nur das Fortschwimmen der Nadeln, sondern gestattet auch, dieselben ans Ufer zu ziehen.

An Stelle der sonst gebräuchlichen Bohlen zur Herstellung eines Laufsteges sind gusseiserne Tafeln *d* (Fig. 1 und 2) zur Verwendung gelangt, die sich um die horizontale Axe *e* (Fig. 1 und 2) drehen und eine Versteifung der Wehrböcke durch den übergreifenden Haken *g* (Fig. 2) unter einander herstellen. Das langsame Umlegen der Wehrböcke wird durch eine 7,20 m lange Kette *f* (Fig. 1), die an den Brückentafeln *d* befestigt ist, ermöglicht. Diese Kette dient auch zum Aufrichten der einzelnen Wehrböcke und wird zu diesem Zweck auf dem letzten stehenden Wehrbock eine Winde (Fig. 10) aufgestellt, an deren Trommel ein Ring der 7,20 m langen Kette *f* befestigt wird. Zur Verstrebung dieser Winde dient das auf der Laufbrücke aufliegende Segment *i* und die 1,15 m lange Kette *k*, welche mit einem Bügel in die horizontale Axe *e* (Fig. 1 und 2) fasst.

Eine weitere bemerkenswerthe Verbesserung zeigt das auf dem Fundamente befindliche hintere Lager *A* (Fig. 1 und 7, Tafel XXX). Dasselbe besteht aus einem gusseisernen Lagerkörper, welcher durch einen Keil verschliefsbar ist. Dieser Keil kann von der Laufbrücke aus mittelst einer Stange entfernt, etwaige schadhafte Böcke können herausgenommen und durch neue ersetzt werden, ohne dass die Arbeiter hierbei auf das mit Wasser bedeckte Wehrfundament treten müssen.

Sehr zweckmäfsig ist die eigenartige Construction der Wehrböcke, wie sie in den Jahren 1874 bis 1876 in der oberen Maas in Belgien bei 6 Wehren gewählt wurde. Gewöhnlich bestehen die Wehrböcke aus zusammengenieteten Winkeleisen, während hier Eisen mit einem rechteckigen Querschnitte von 30/50 mm, Fig. 1 Tafel XXX, zu einem trapezförmigen Gestelle zusammengeschweifst ist, wodurch sowohl die Rost- als auch die Stofsfläche wesentlich verringert worden ist. Die 505 kg schweren Wehrböcke sind in einem besonderen Apparat einem Probedrucke von 8000 kg, gleich der 4 fachen späteren Inanspruchnahme, unterworfen worden.

Die 25 kg schweren Nadeln sind aus Rigaer Rothtannenholz, 9 cm breit und je nach dem Orte der Inanspruchnahme 12 bis 15 cm stark; die gröfste Inanspruchnahme beträgt 87 kg pro Quadratcentimeter und wurde der Elasticitätscoëfficient zu 1100 bis 1300 kg pro Quadratmillimeter ermittelt.

Die 6 neuen Stauanlagen in der oberen Maas in Belgien, welche 1874 bis 1876 erbaut wurden, haben je einen beweglichen Wehrtheil nach dem obigen geänderten Poirée'schen Systeme mit 37 Wehrböcken und 45 m lichter Weite.

Zum Aufrichten der Wehrböcke sind 2 Stunden, zum Einbringen der 458 Nadeln 1½ bis 2 Stunden erforderlich. Der

belgische Chefingenieur Hans hat wesentlichen Antheil an den Verbesserungen dieser Wehranlagen.[1])

Aehnliche Wehrböcke sind bei den in den Jahren 1877/1879 in der Brahe unterhalb Bromberg erbauten Wehranlagen angewandt worden.

Als Nachtheil dieser Construction ist zunächst das hierbei nothwendige, längere und solidere Sturzbett zu bezeichnen, behufs Vermeidung von Auskolkungen durch die grofse Wassermasse, welche beim raschen Beseitigen der Nadeln zwischen zwei Wehrböcken mit grofser Geschwindigkeit hindurchströmt. Bei der ursprünglichen Anordnung wurden die Nadeln einzeln herausgenommen, so dass die Oeffnungen je nach dem Steigen des Wassers gleichmäfsiger auf die ganze Wehrlänge vertheilt wurden.

Ein weiterer Uebelstand ist die nothwendige gröfsere Höhe des Laufsteges und der Wehrböcke, damit die Nadeln unter dem Stege durchschwimmen können; jedoch überwiegen die Vortheile bei weitem die vorstehend angeführten kleineren Uebelstände, und ist deshalb dieses abgeänderte Nadelwehr besonders bei gröfseren Stauhöhen zu empfelen.

Eine andere sinnreich construirte Anordnung zur raschen und gefahrlosen Beseitigung schwerer Nadeln wird seit dem Jahre 1880 an einem Nadelwehre in der oberen Seine bei Port-à l'Anglais angewandt und hat sich sehr gut bewährt. Dieselbe rührt von dem französ. Chef-Ingenieur Guillemain her und ist in den Annales des ponts et chaussées 1881 No. 54 beschrieben worden. An diesem Wehre tritt bei niedrigem Wasserstande ein Höhenunterschied von 2,4^m zwischen Ober- und Unterwasser ein, wodurch Nadeln von 3,5^m Länge und $^8/_8$^{cm} Querschnitt erforderlich werden. Um diese Nadeln dauerhafter zu machen und einen dichteren Verschluss zu erzielen, verfertigte man sie später aus Eichenholz mit 4,0^m Länge, 20^{cm} Breite und 12^{cm} Dicke; das hierdurch verursachte Gewicht von 70 bis 80^{kg} pro Nadel machte das Herausnehmen und Einsetzen derselben von Hand beinahe unmöglich und sehr zeitraubend, weshalb zur Erleichterung der Handhabung die eigenartig construirten Nadeln mittelst einer fahrbaren Bauwinde herausgehoben werden. Auf dem Laufsteg über den Wehrböcken befindet sich ein Geleise für diese fahrbare Bauwinde, Fig. 13 u. 16 Tafel XXX; mittelst derselben werden die einzelnen Nadeln an dem oben angebrachten Ring *a*, Fig. 15, gefasst und so weit in die Höhe gezogen, bis der Fufs der Nadel den unteren Stützpunkt verliert und von der Strömung fortgerissen wird; die Nadel würde nun ganz fortschwimmen, wenn sie nicht an ihrem oberen Theil einen um die Widerlagerstange greifenden Haken *b*, Fig. 15 Tafel XXX, hätte; diese Widerlagerstange hat deshalb einen runden Querschnitt erhalten. Es genügt nun meistens bei steigendem Wasser, die Nadeln nicht ganz herauszunehmen, sondern nur von dem unteren Widerlager zu entfernen; die Nadeln schwimmen alsdann, hängen nur noch an der runden Eisenstange und lassen das Wasser durchströmen, ohne den Querschnitt zu verengen.

Zum Ausrücken von 100 Nadeln hat man etwa 12½ Minuten Zeit nöthig; mithin könnte ein Wehr von 50^m Breite in 35 bis 40 Minuten geöffnet und damit freies Querprofil für kleineres Hochwasser hergestellt werden. Steigt das Wasser nur wenig, so können die Nadeln in dieser Lage gelassen werden[2]); nur bei gröfserem Steigen des Wassers müssen die Nadeln mittelst des Wuchtbaumes *c*, Fig. 14 Tafel XXX, der Reihe nach ganz herausgenommen und ans Ufer gebracht werden. An Stelle des Wuchtbaumes könnte auch ein Flaschenzug oder dergl. verwendet werden. Sind sämmtliche Nadeln entfernt, so werden die Wehrböcke der Reihe nach umgelegt, nachdem auch der Bohlenbelag nach und nach entfernt worden ist. Zum Einbringen der Nadeln legt man dieselben auf der Laufbrücke mit den Fufsenden flussaufwärts gerichtet nieder und schiebt sie alsdann soweit vor, bis der Haken *b*, Fig. 15, um die runde Stange fasst; die Nadel wird hierauf von dem fliefsenden Wasser in die Verschlussstellung gebracht, ohne hierbei, wie bei dem früheren Einsetzen durch Hand, den Arbeiter der Gefahr auszusetzen, ins Wasser geworfen zu werden. Damit nun die Nadel nicht zu stark am unteren Fundamentvorsprung aufstöfst, wodurch sie leicht brechen könnte, hat man die Höhenlage der oberen Widerlagerstange *d*, Fig. 15, so angeordnet, dass das Fufsende der Nadel am Fundamente reibt und hierdurch die Geschwindigkeit sich mäfsigt. Die Kosten dieser Veränderungen an einem gewöhnlichen Nadelwehre betragen 16 ℳ pro lfd. Meter, einschliefslich Fahrschiene 24 ℳ pro lfd. Meter. Das Wagengestell nebst Winde kostet 240 ℳ.

Neben der Erleichterung der Arbeit und rascheren Handhabung der Nadelwehre richtete man schon lange ein Hauptaugenmerk auf die Herstellung eines thunlichst dichten Verschlusses. Der Wasserverlust beträgt nämlich bei Anwendung gewöhnlicher viereckiger Nadeln und einer mittleren Stauhöhe von 1,0 bis 2,0^m etwa 2 bis 15 pCt.[1]), je nach der Sorgfalt, mit der die Nadeln eingesetzt werden, und nimmt mit der Stauhöhe rasch zu, weil mit derselben nicht nur der Wasserdruck und damit die Geschwindigkeit des durch die Zwischenräume fliefsenden Wassers sich vergröfsert, sondern auch infolge der Durchbiegung der Nadeln gröfsere Oeffnungen gebildet werden. Zur Vermeidung dieser Undichtheit ist bei kleineren Wehren von geringerer Stauhöhe, welche seltener umgelegt werden, mit Erfolg das Einbringen von Asche, Schlacken und ähnlichen Körpern angewandt worden; auch hat man die Fugen je zweier viereckiger Nadeln durch kleinere dreieckige Holzleisten zu dichten versucht. Bei geringeren Stauhöhen ist das Aufstellen einer doppelten Reihe von Nadeln als sehr zweckmäfsig erprobt worden; auch wurden mit Goudron getränkte Leinwandstreifen rouleauxartig vor den Nadeln heruntergelassen und hierdurch allerdings ein dichter Verschluss erzielt; jedoch ist dieses Mittel nicht nur kostspielig, sondern erschwert und verzögert auch das Umlegen der Wehre. An einem Nadelwehre in der unteren Seine zu Martôt wurden probeweise sechseckige Nadeln bei gröfserer Stauhöhe angewandt[2]) und sollen hierdurch anfangs befriedigende Resultate erzielt sein, ohne dass übrigens diese Einrichtung gröfsere Nachahmung seither gefunden hätte, da die unausbleiblichen Durchbiegungen die Vortheile dieser Querschnittsform vereiteln.

Das Durchbiegen der Nadeln, welches bei Stauhöhen von mehr als 2,0^m und den leichteren von Hand zu hebenden Nadeln verhältnismäfsig grofs ist und wodurch häufig Brüche verursacht wurden, hat man mit Erfolg durch das Anbringen einer Unterstützung in der Mitte verhütet, Fig. 19 Tafel XXX. Diese Unterstützung besteht aus einem über 2 Felder reichenden Holzbalken *b*, welcher an einer Kette befestigt ist; man kann hierbei je nach der Länge der Kette den Unterstützungspunkt *b* in verschiedener Höhe anbringen. Diese Vorrichtung wurde an 3 Wehranlagen der unteren Seine zu Bezons, Andresy und Martôt erfolgreich angewandt und soll sich bei Stauhöhen von mehr als 3,0^m und schwächeren Nadeln empfelen. Eine andere Gestaltung dieser Zwischenstütze zeigt Fig. 20; hier ist eine Bohle an 2 Eisenstangen befestigt und die steife Dreiecksconstruction mittelst eines Ringes an dem Zapfen eines Wehrbockes aufgehängt worden; diese Anordnung wurde auch bei mehreren Wehranlagen in der unteren Seine zu Bezons, Andresy und Martôt angewandt und erwies sich besonders beim Einbringen der Nadeln als zweckmäfsig.

Als durchgreifende Veränderung an dem Poirée'schen Wehrsysteme in neuerer Zeit ist der Ersatz der Nadeln durch

[1]) Siehe »La canalisation de la Meuse en Belgique« par M. Hans, ingénieur en chef, sowie Annales des Travaux publics en Belgique 1879 und »die verschiedenen Methoden zur Verbesserung der Schiffbarkeit von Flüssen« von Janicki, Director der Moskwaschiffahrt, bearbeitet von Baumeister Klott, Hannover 1882.

[2]) Nebenbei sei bemerkt, dass in Frankreich schon seit langer Zeit sehr genaue meteorologische und hydrologische Beobachtungen gemacht werden, auf Grund welcher es möglich ist, genau die Zeit und die Höhe der eintretenden Ueberschwemmungen zu ermitteln; zu diesem Zwecke sind besondere Tabellen angelegt worden, nach welchen an den verschiedenen Orten die durch Regen u. s. w. im oberhalb gelegenen Flussgebiete entstehenden Wasserhöhen und die Zeit ihres Eintrittes berechnet werden können; zur Anmeldung dieser Niederschläge ist ein besonderer Signaldienst eingerichtet. Es wäre wünschenswerth, wenn auch in Deutschland in dieser Beziehung mehr gethan würde.

[1]) Zeitschrift für Bauwesen 1870.

[2]) Annales des ponts et chaussées 1870, 2. Band, S. 425.

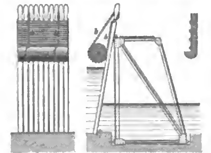
Verschlusstafeln zu erwähnen, wodurch die in Deutschland gebräuchliche Bezeichnung Nadelwehre nicht mehr zutreffend erscheint und wohl durch die Bezeichnung Poirée'sches Wehr oder Bockwehr zu ersetzen wäre.

Schon früher wurde der Verschluss einzelner Oeffnungen zwischen 2 Wehrböcken durch Schütztafeln bewerkstelligt, z. B. an dem Nadelwehre zu Saarbrücken[1]), und damit die feinere Regulirung des Stauwasserspiegels etwa innerhalb $0{,}12^{m}$ erleichtert. Es war dies nothwendig, um für die oberhalb gelegenen Mühlen keinen schädlichen Rückstau zu erzeugen. Eine gröfsere Anwendung wurde probeweise von dem französischen Ingenieur Boulé bei dem beweglichen Schiffdurchlass einer Wehranlage in der oberen Seine zu Port-à l'Anglais im Jahre 1875 vorgenommen[2]), Fig. 9 u. 10 Tafel XXXI. Dieses Wehr hat einen mit Chanoine'schen Klappen geschlossenen Schiffdurchlass, vor welchem ein Laufsteg auf Poirée'schen Wehrböcken steht, und besitzt eine Maximalstauhöhe von $3{,}10^{m}$. Die Wehrböcke sind in Entfernungen von $1{,}10^{m}$ angebracht, und wird der Verschluss zwischen denselben durch je 3 Schütztafeln von $1{,}3^{m}$ Höhe, $1{,}05^{m}$ Breite und 8^{cm} bezw. 6^{cm} Stärke bewerkstelligt; die Schützen bestehen aus je 5 eichenen gefederten Bohlen, mit 2 Bandeisen versehen, an denen der Ring zum Herausziehen befestigt ist. An den Gleitflächen dieser Tafeln sind ⊥-Eisen angebracht, Fig. 6 u. 8 Tafel XXXI. Das Herausziehen geschieht durch eine fahrbare Winde, deren Construction aus Fig. 9 u. 10 Tafel XXXI zu ersehen ist. Der Wehrverschluss, d. h. das Hinabstofsen der Schütztafeln, wird durch die Stange *a*, Fig. 10 Tafel XXXI, bewirkt. Die herausgezogenen Tafeln werden mittelst eines kleinen auf Schienen laufenden Wagens *d*, Fig. 9 Tafel XXXI, nach dem Ufer befördert. Zur Ermittelung der zum Heben der Verschlusstafeln nöthigen Kraft wurden Versuche mittelst eines Dynamometers vorgenommen und der Reibungscoëfficient der obersten Schütztafel von der Ruhe aus zu $0{,}41$, derjenige der beiden unteren Tafeln zu $0{,}462$ bezw. $0{,}491$ gefunden; jedoch nahm derselbe während der Bewegung rasch ab. Die Reibungsflächen waren Walzeisen auf Walzeisen, und die Bewegung ging in der Walzrichtung vor sich. Bei einer ähnlichen Verschlussvorrichtung an Wehren in der Moskwa, welche nachfolgend beschrieben wird, fand man den Reibungscoëfficienten von Holz auf Holz etwas kleiner.

Bei den Wehranlagen in der Moskwa[3]) sind auch die Verschlusstafeln wesentlich vereinfacht, den Flussverhältnissen mehr angepasst worden. Die Moskwa ist von Moskau bis zu ihrer Einmündung in die Oka bei Kolomna auf 176^{km} Länge durch 6 Wehranlagen von 85^{m} bis 115^{m} Weite und $2{,}3$ bis $3{,}1^{m}$ Stauhöhe kanalisirt worden. Dieser Fluss führt in der Nähe von Moskau bei Niederwasser etwa 10^{cbm} pro Secunde, also etwa soviel wie die Leine bei Hannover, der Neckar bei Cannstatt, die Fulda bei Minden; die Hochwasser kommen gewöhnlich nur einmal im Frühjahre, während sonst meistens die niedrigste Wassermenge vorhanden ist. Es ist deshalb nur einmal im Jahre ein längeres Umlegen der Poirée'schen Wehrböcke erforderlich, die auf Holzfundamenten ruhen, welche $0{,}22$ bis $0{,}39^{m}$ unter Niederwasser angebracht sind. Die Entfernung der Wehrböcke von einander beträgt $1{,}10$ bis $1{,}25^{m}$, und wird der Verschluss durch verticale Tafeln — Bohlen von 7^{cm} Stärke, 25^{cm} Breite — gebildet, die sich gegen vorgesetzte Balken *N*, Fig. 4 Tafel XXXI, stützen; nur die beiden am Uferwiderlager befindlichen Oeffnungen haben Nadeln zum Verschluss erhalten, um bei unvermuthet eintretendem Hochwasser eine rasche Entfernung der vorgesetzten Balken und damit der Bohlen zu ermöglichen. In einem solchen Falle werden allerdings die Balken fortschwimmen, was aber in solchen Ausnahmefällen, wo gröfsere Nachtheile verhütet werden müssen, unerheblich ist.

In der Regel werden die Verschlusstafeln mittelst eigenartig geformter Haken oder Taue herausgezogen. Die Tafeln bestehen aus einfachen $1{,}15^{m}$ langen, $0{,}25^{m}$ breiten Bohlen, und sind an den beiden Enden durchbohrt; in den Bohrlöchern befinden sich runde hölzerne Stifte, welche an beiden Seiten hervorstehen und als Angriffspunkte für die Haken oder Leinen beim Herausziehen dienen. Hierzu genügen bei stärkstem Drucke des Wassers 4 Mann an jedem Haken, da der Wasserdruck 900^{kg} pro Bohlentafel nicht übersteigt und bei einem Reibungscoëfficienten von $0{,}3$ bis $0{,}4$ eine anfängliche Kraft von $\frac{0{,}3 \cdot 900}{8}$ bis $\frac{0{,}4 \cdot 900}{8} = 34$ bis 45^{kg} pro Mann erforderlich ist. Bei den oberen und mittleren Bohlen genügen 2 Mann. Bei kleineren Anschwellungen entfernt man übrigens nur die obersten Tafeln, und zwar auf der ganzen Wehrbreite, wodurch eine einseitige stärkere Beanspruchung des Sturzbettes vermieden wird. Diese Wehranlagen sollen sich seit 1877 gut bewährt haben und ist durch dieselben ein Fingerzeig gegeben, wie ein guter, einfacher Verschluss auch bei kleineren Wehren, z. B. bei kleineren Flüssen zur Wasserkraftgewinnung, herzustellen wäre.

Schon weiter oben wurde erwähnt, dass zur Erreichung eines dichteren Verschlusses bei einzelnen beweglichen Wehranlagen in der unteren Seine mit Theer oder dergl. getränktes Segeltuch erfolgreich vor den Nadeln niedergelassen wurde. Man verbesserte diese Anordnung dadurch, dass man an dem Segeltuche Holzstäbe befestigte und eigentliche Rouleaux herstellte, die nach nebenstehender Skizze mittelst Ketten aufgerollt oder niedergelassen werden. Der Erfinder, ein französischer Ingenieur Caméré, hat dieselben noch weiter vervollkommnet und zum Verschlusse auch ohne vorheriges Einbringen der Nadeln geeignet gemacht[1]), und zwar liefs er das Segeltuch fort und brachte Holzstäbe von solchen Abmessungen an, welche dem Druck des Wassers widerstehen konnten. Diese Holzstäbe sind durch Gelenke verbunden und bilden so gewissermafsen einen Rollladen, welcher am unteren Ende einen halbcylinderförmigen schweren Körper trägt. Das Aufrollen der Rollläden geschieht mittelst einer kleinen auf einem Wagen montirten Differentialwinde. Dieser Wagen kann auf den über den Wehrböcken befindlichen Gleisen verschoben werden. Die Winde hat zwei Rollen; um diese ist eine Kette ohne Ende geschlungen, welche von der unteren Rolle vom Unterwasser her unterhalb der Rolltafel ins Oberwasser geht und von hier aus in die Höhe nach der oberen Rolle führt; beim Bewegen dieser Kette wird die Rolltafel aufgewickelt. Anfängliche Versuche mit einer einfachen Bauwinde und einer Kette, welche mit dem einen Ende an dem oberen Theile eines Wehrbockes befestigt war und mit dem anderen Ende unter der Rolltafel hindurch nach oben führte, hatten beim Anziehen dieser Kette zur Folge, dass die Rolltafel nicht aufgewickelt, sondern dass infolge des Wasserdruckes nur ein Stück derselben gehoben wurde und sich auf den Lagerflächen der beiden Wehrböcke verschob. Dieser Uebelstand wird bei Anwendung einer Kette ohne Ende vermieden, da bei der Bewegung derselben die im Unterwasser befindlichen Kettentheile eine gröfsere abwärts gerichtete Geschwindigkeit als die aufwärts gehenden Kettentheile im Oberwasser haben; auf diese Weise gleitet die Kette gewissermafsen unter der Rolltafel und giebt derselben eine rollende Bewegung.



Diese Einrichtung wurde seit Mai 1876 zum Verschluss der Oeffnungen zwischen mehreren Wehrböcken in dem Wehre

[1]) Zeitschrift für Bauwesen 1866, Kanalisirung der Saar.

[2]) Annales des ponts et chaussées 1876, 1. Band, S. 320. Nach den Annales industrielles 1880, S. 567, wird diese Verschlussart an dem jetzt vollendeten Wehre zu Port-Villez in der unteren Seine gemeinschaftlich mit Nadeln angewandt, und zwar werden bei einer Stauwasserhöhe von $4{,}0^{m}$ 3 Schütztafeln von $1{,}06^{m}$ Breite und $1{,}114^{m}$ Höhe und eine obere Schütztafel von nur $0{,}4^{m}$ Höhe verwendet. Diese obere Tafel erhält noch eine kleine um eine horizontale Axe drehbare Klappe.

[3]) Siehe Kanalisirung der Moskwa, Zeitschrift für Baukunde 1881, sowie »die verschiedenen Methoden zur Verbesserung der Schiffbarkeit von Flüssen«, Hannover 1882.

[1]) Zeitschrift für Bauwesen 1878. Annales des Travaux publics de Belgique 1880, S. 538.

zu Notre dame de la Garenne in der unteren Seine mit Erfolg angewandt. Dieses Wehr hat bei Niederwasser 3,0m Stauhöhe; die Wehrböcke stehen in Entfernungen von je 1,10m.

Die Rolltafeln haben noch den Vortheil, die leichte Herstellung von Oeffnungen für die flussaufwärts schwimmenden Fische zu gestatten und dadurch die Anlage besonderer Fischpässe überflüssig zu machen. Eine derartige Vorkehrung wurde seit 1877 bei einem Wehre zu Notre dame de l'Isle (in der unteren Seine) mit Erfolg getroffen.

Die Rollläden haben jedoch bei gröfseren Stauhöhen den Nachtheil, grofsen Druck auf die Wehrböcke auszuüben, da der gesammte Wasserdruck, welcher bei Nadelverschluss zum grofsen Theile auf das Fundament übertragen wird, auf die Wehrböcke wirkt. Deswegen müssen dieselben sehr stark construirt und verankert werden und sind schwer umzulegen und aufzurichten.

Das Wehr zu Villez in der unteren Seine wurde dementsprechend von den Ingenieuren Cheyssun und de Lagrené projectirt und der Bau im Jahre 1876 genehmigt; dasselbe hat auf 213,5m Länge 2 Schiffspässe von je 60,40m Weite, 4,0m Stauhöhe, und Wehrböcke von 5,5m Höhe, deren Laufsteg noch 0,5m über dem Stauwasserspiegel liegt. Die Wehrböcke stehen in Entfernungen von je 1,1m von Axe zu Axe und wiegen etwa 1700kg pro Stück. Als Verschluss sollen sowohl Nadeln von 5,50m Höhe, 0,2m Querschnitt und 180kg Gewicht, als auch vorkommendenfalls Schütztafeln oder Rollladen dienen; von letzteren wären 4 Stück erforderlich, welche durch Rollen fahrbar gemacht werden sollen. Die Handhabung der Nadeln und im gegebenen Falle auch der Schützen soll mittelst fahrbarer Winden vom Laufsteg aus vor sich gehen. Das Ueberfallwehr hat 80,0m Weite und 2,30m Stauhöhe; die bis 0,5m über den Stauwasserspiegel reichenden Wehrböcke sind 2,8m hoch und 382kg schwer. Der feste Wehrkörper der beiden Schiffspässe hat eine mittlere Höhe von 6,4m und 16,2m Breite; derjenige des Ueberfallwehres 7,0m mittlere Höhe und 12,0m Breite. Die Pfeiler zwischen den einzelnen Wehrtheilen haben 7,2m Stärke.

An Stelle solcher schweren Wehrböcke wurden an dem jetzt fertigen Wehre zu Poses Losdrempel nach den Zeichnungen Fig. 1 u. 3 Tafel XXXI angeordnet; einer eingehenden Beschreibung der Details mag eine kurze Schilderung der Gesammtanordnung dieser Stauanlage vorangehen.

Das Project zur Verbesserung bezw. zum Neubau der Wehranlagen in der unteren Seine wurde von den Ingenieuren Cameré und de Lagrené aufgestellt[1]) und die Ausführung derselben im Jahre 1878 genehmigt; die Bauten sind zum gröfsten Theile jetzt fertig gestellt. Das Wehr zu Poses hat eine Länge von 243,7m und wird durch 6 starke Flusspfeiler in 7 Oeffnungen von je 30,16m Weite getheilt. Das Fundament der tiefer liegenden Wehrtheile ist 1,0m unter dem früheren ungestauten Niederwasser, der Stauspiegel befindet sich 5,0m über dem Fundamente oder 4,0m über Niederwasser. Die Fundamente haben grofse Abmessungen erhalten; sie sind in der Flussrichtung 11,0 bis 18,0m lang und 8,45 bis 10,45m stark aus Beton und Mauerwerk hergestellt. Die Unterkante der oberhalb befindlichen Brücke liegt 5,76m über dem gewöhnlichen Stauspiegel, um auch bei Hochwasser die zum Durchgange der Schiffe unter der Brücke nöthige Minimalhöhe von 5,25m zu erhalten.

Die Losdrempel des Wehres, d. h. die beweglichen Ständer, gegen welche die Verschlussvorrichtungen sich lehnen, sind aus eisernem Fachwerk hergestellt, Fig. 1 u. 3 Tafel XXXI, haben eine Maximallänge von 11,93m und stehen 1,2m von Mitte zu Mitte gemessen aus einander. Die oberen Enden derselben sind mittelst horizontaler, drehbarer Axen an einem eisernen Stege aufgehängt; die Fufsenden lehnen sich gegen vorspringende eiserne Knacken im Fundamente.

Der Verschluss wird durch Rollläden bewerkstelligt und zwar giebt Figur 3, Tafel XXXI, eine perspectivische Ansicht der verschiedenen Stellungen, in welchen sich dieselben befinden können. Die Losdrempel werden von einem zweiten eisernen Stege aus (Fig. 1) aufgewunden, und zwar mittelst

[1]) Annales industrielles 1880 S. 566 und 596, sowie Comptes rendus stenographiques du Congrès du Genie civil 1878 und Annales des Travaux publics de Belgique 1880.

beiden [illegible] at [illegible]
[illegible]
bezüglich [illegible]
übertragen [illegible]
u. s. w.

Nach [illegible] Herrn de Lag[illegible] artiger Anlage[illegible] schon seit längerer Ze[illegible] im Gegensatze [illegible] 1881, welche die [illegible] möglich hielt, weil [illegible] laufen würde und [illegible] Unternehmen erklärte; [illegible] Briefe davon, dass diese K[illegible] könnte und genügend durch [illegible] legt wäre.

Kosten einiger Poirée'schen W[illegible]

Es wird für manche von We[illegible] punkte über die Kosten derartiger W[illegible] und sind nachstehend diejenigen der Saar [illegible] welche vorwiegend im Interesse der Schiff[illegible] hergestellt wurden. Die Nadelwehre in der [illegible] wurden in den Jahren 1865/66 erbaut. [illegible] Wehr zu Güdingen oberhalb Saarbrücken 2 [illegible] je 25,1m Weite, welche durch einen 2,5m starken [illegible] Pfeiler getrennt sind. Das massive Fundament [illegible] kiesigem bezw. felsigem Untergrund und besteht [illegible] und Mauerwerk mit 1,5m Stärke und 7,2m Länge in der [illegible] richtung gemessen. Die Stauhöhe beträgt 2,1m; das F[illegible] ment liegt etwas über der Flusssohle. Die Wehrböcke sind 1,9m hoch, in Entfernungen von 1,1m von einander, und zwar sind bei jeder Wehranlage 42 Stück vorhanden.

Die Gesammtanlagekosten betragen etwa 60000 ℳ oder pro lfd. Meter rot. 1100 ℳ, und zwar vertheilen sich diese Kosten folgendermafsen:

Maurer- und Steinmetzarbeiten	36 000 ℳ
Bewegliche eiserne Theile einschliefslich Lager und Anker	3 800 »
Bewegliche hölzerne Theile (Nadeln und Bohlen)	1 500 »

u. s. w.

Das Gewicht eines Wehrbockes einschliefslich der zu einer Oeffnung gehörenden Verbindungsschiene und Anker beträgt 183,5kg; ein gusseisernes Lager wiegt 11kg, die Nadeln sind 2,5m lang und 6/6cm stark. Die Bohlen der Laufbrücke über den Wehrböcken, welche zu je dreien neben einander liegen, sind 1,3m lang, 0,3m breit, 0,03m stark aus Tannenholz.

Das Wehr bei Louisenthal unterhalb Saarbrücken hat gleiche Abmessungen, jedoch eine gröfsere Stauhöhe von 2,26m. Die Gesammtkosten betragen 78000 ℳ und zwar

Maurer- und Steinmetzarbeiten .	50 000 ℳ
Bewegliche eiserne Theile . .	4 800 »
» hölzerne » . .	1 800 » u. s. w.

Das Gewicht eines Wehrbockes beträgt 194,5kg, die Nadeln sind 2,5m lang und 8/8cm stark.

Die Wehranlagen in der oberen Maas in Belgien, welche aus einem Poirée'schen Nadelwehre von 45,81m Weite und einem Chanoine'schen Klappwehre von 54,60m Weite bestehen, wurden im Laufe der 1870er Jahre erbaut; dieselben sind auf kiesigem Untergrunde mittelst Beton und Mauerwerk fundirt und haben 2,5m Stauhöhe.

Bei dem Poirée'schen Nadelwehre kostete

1. der feste Theil (Fundament, Pfeiler u. s. w.) pro lfd. Met.	1380 ℳ
2. der bewegliche Theil (Wehrböcke, Nadeln u. s. w.)	556 »
	1936 ℳ

Die Wehrböcke wiegen vollständig montirt 505kg pro Stück.

[1]) Zeitschrift für Bauwesen 1866, S. 33, 185 u. 351.

Die Boulé'schen Tafeln (Fig. 9 u. 10 Tafel XXXI) bei dem Wehre zu Port-à l'Anglais in der oberen Seine sind 120 kg schwer und kosten

0,112 cbm Eichenholz . . . . 16 M
44 kg Eisen . . . . 32 »
48 M.

Es ist in vielen Fällen noch wichtig, die Zeitdauer zu kennen, welche zum Aufrichten bezw. Umlegen der Poirée'schen Wehre erforderlich ist, weshalb nachstehend hierüber einige Notizen gegeben werden sollen.[1])

In der Saar erfordert das Umlegen der Wehrböcke bei 2,1 m Stauhöhe mit 2 Arbeitern pro Bock etwa 1 Minute, für das ganze Wehr 40 bis 50 Minuten.

Bei den Nadelwehren der oberen Seine mit 2,0 bis 3,0 m Stauhöhe werden pro Stunde etwa 100 bis 120 Nadeln entfernt, mithin kann in der Minute ein Querschnitt von 0,6 qm frei gemacht werden.

Bei dem Boulé'schen Verschlusse — Schütztafeln vor den Wehrböcken — erfordert das Herausziehen der oberen Schütztafeln 2 bis 3 Minuten pro Stück, bei der 2. Reihe pro Stück 5 bis 6 Minuten, bei der 3. Reihe pro Stück 8 bis 10 Minuten; daher sind zum Freimachen des Raumes zwischen 2 Wehrböcken 15 bis 19 Minuten Zeit erforderlich.

Die vorstehend beschriebenen Poirée'schen Wehre haben, wie schon anfangs erwähnt wurde, grofse Vorzüge im Vergleiche zu den festen und den Schleusenwehren, besonders durch ihre Eigenschaft, den Stauspiegel bei Nieder- und Mittelwasser in unveränderlicher Höhe zu erhalten und im umgelegten Zustande das Flussbett in geringem Mafse, meistens gar nicht, einzuschränken, je nachdem das Fundament und die Wehrbreite angeordnet werden. Hierdurch ist es in vielen Fällen möglich, Flüsse für die Schifffahrt, dieses billigste Transportmittel, herzurichten, neue Wasserkräfte zu gewinnen, der Landwirthschaft befruchtendes Wasser zu liefern, kurz und gut, für das Gemeinwesen nützliche Anlagen zu schaffen. Der Eisgang, welcher bei den meisten deutschen Flüssen, besonders wenn feste Wehre eingebaut sind, vielen Schaden anrichtet, wird weniger gefährlich. Die Bewegung der Geschiebe, durch deren Hemmung eine Erhöhung der Sohle und damit des Wasserspiegels eintritt, kann nach vielen Erfahrungen bei Anlage solcher beweglicher Wehre ungehindert vor sich gehen, da diese Wehre bei Hochwasser, der Zeit der gröfsten Geschiebebewegung, umgelegt sind.

Bezüglich der Anwendung dieses Systemes bei verschiedenen Stauhöhen war man lange im Zweifel, ob es zweckentsprechend wäre, diese Wehre bei Stauhöhen von mehr als 2,0 m zu verwenden, und zwar vorwiegend bei Flusskanalisirungen, und scheint nach den neueren vorstehend beschriebenen Verbesserungen das System bei Stauhöhen von 2,5 bis 3,0 m noch zweckmäfsig zu sein, wobei allerdings bei dem gewöhnlichen Nadelverschlusse noch ein beweglicher Wehrtheil von genügenden Abmessungen vorhanden sein muss, um bei plötzlichem Hochwasser das Wasser so abführen zu können, dass dasselbe den Laufsteg während der Zeit des Umlegens nicht überflutet. Bei einem Verschlusse durch Tafeln ist dieses überflüssig, weil alsdann die Laufbrücke viel höher gelegt werden kann, ohne, wie bei dem Nadelverschlusse, stärkere Dimensionen der Bohlen zu bedingen. Die neueren Wehranlagen in der Maas in Belgien sind mit Flutwehren versehen; allein auch die Wehre in der Moskwa zeigen, dass bei kleineren Flüssen Poirée'sche Wehre ohne Flutöffnung zweckentsprechende Verwendung finden können, theils zur Verbesserung der Schifffahrt, theils zur Wasserkraftgewinnung. In letzterem Falle wird es meistens von Vortheil sein, das Fundament höher, etwa bis Niederwasserhöhe, zu führen und einen gemischten Verschluss durch Nadeln und Bohlen herzustellen, damit die Höhe der kostspieligen beweglichen Theile vermindert werde. Jedoch richtet sich diese Anordnung nach dem Flusscharakter, d. h. nach dem Gefälle, der Wassermenge, der Geschiebeführung, dem Eisgange, dem Auftreten der Hochwasser u. s. w., und ist es nicht möglich, eine allgemein gültige Regel für die verschiedenen Anlagen anzugeben, ebenso

[1]) Siehe »Die verschiedenen Methoden zur Verbesserung der Schiffbarkeit von Flüssen in Deutschland, Frankreich u. s. w.« Hannover, 1882. Paul Krause.

wenig, wie es möglich ist, die Anwendung der einen oder anderen Gestaltungen der Poirée'schen Wehre ohne weiteres für einen bestimmten Fall zu empfelen.

Neuerdings ist in Frankreich der Canal de l'Est gebaut worden, eine Wasserstrafse, welche mit Hülfe von Flusskanalisirungen das belgische Kohlenbecken mit dem Rhein-Marnekanal verbindet, welch letzterer von Strafsburg bis Paris führt. Die beweglichen Wehre in den Flüssen sind nach Poirée'schem Systeme hergestellt, weil man mit den Chanoine'schen Klappenwehren der oberen Seine angeblich schlechte Erfahrungen machte; dieselben sollen zu complicirt sein, auch ihre Reparaturen viel Zeit und Geld erfordern.

Es ist übrigens dringend erforderlich, dass in Deutschland mehr Gebrauch von den verschiedenen beweglichen Wehren gemacht werde, die seit etwa 50 Jahren (1833) in Frankreich und erst seit 15 bis 20 Jahren bei uns sich eingebürgert haben. Es könnte hierdurch mancher Maschinenfabrik ein neuer lohnender Arbeitszweig geschaffen und dem Gemeinwesen in vieler Beziehung genützt werden.

Metallhüttenwesen.

Neuerungen in der Gewinnung des Zinks.

Die in der letzten Zeit hervorgetretenen Bestrebungen, die Gewinnung des Zinks zu verbessern, sind gröfstentheils dem trockenen Wege zugewandt gewesen; indes hat es auch nicht an Versuchen gefehlt, den bisher mit ungünstigem Erfolge betretenen nassen Weg der Zinkgewinnung zu verbessern.

Die Ziele, welche man sich bei der Verbesserung der Zinkgewinnung auf trockenem Wege vorgesteckt hatte, waren Brennmaterial-Ersparnis, Vergröfserung der Production und Erhöhung des Metallausbringens, Verbesserung des Materials der Retorten und endlich die Gewinnung von Zink im Schachtofen.[1]) Diejenigen Hüttenwerke, welche auf die Zugutemachung von Blende angewiesen sind, waren aufserdem noch bestrebt, die bei der Röstung dieses Erzes entweichenden Säuren des Schwefels zu beseitigen.

Die Versuche auf nassem Wege bezogen sich theils auf die Gewinnung von Zinkoxyd durch Ausfällen desselben aus Lösungen, theils auf die Ausfällung von metallischem Zink aus Lösungen mit Hülfe der Elektrolyse.

Zwischen den Versuchen auf trockenem und nassem Wege stehen noch Bestrebungen, Zinkerze mit Lösungen von Zink zu tränken und das Gemenge auf Zinkoxyd zu verarbeiten.

Die Verringerung des Verbrauches an Brennmaterial hat man schon seit längerer Zeit durch Einführung der Gasfeuerung bei der Destillation des Zinks aus den Erzen zu erreichen gesucht und in den meisten Fällen auch erreicht. Man wendet sowohl Siemens'sche Regenerativgasfeuerungen, wie auch Gasfeuerungen von Boëtius, Nehse, Gröbe-Lürmann (D. R.-P. 17 030, Combinationen von belgischen Zink-Destilliröfen mit Gröbe-Lürmann-Generatoren) u. a. an; hierzu kommen noch die Treppenrostfeuerungen mit Ober- und Unterwind. Hegeler und Matthiesen (D. R.-P. 10 009) verbinden mehrere Retortenkammern mit einander, welche die Brennmaterialgase nach einander durchströmen; durch besondere Einlassöffnungen kann Luft in oder zwischen die verschiedenen Kammern gebracht werden. Lorenz (D. R.-P. 10 010) führt bei schlesischen Gas-Zink-Destilliröfen mit Muffeln Luft und Gas seitlich ein. Hauzeur (D. R.-P. 3729) verbindet directe Feuerung mit Gasfeuerung. Haupt (D. R.-P. 7425) wendet Gasfeuerung mit eigentümlich construirten Regeneratoren von sehr grofser Oberfläche an, in welche die Verbrennungsluft mit Hülfe von Schornsteinzug eingeführt wird. Bei der grofsen Menge von Combinationen und Variationen in der Gasfeuerung, welche noch fortwährend Gegenstände von Patentgesuchen sind, ist es nicht möglich, dieselben einer Kritik hinsichtlich ihrer Leistungen zu unterziehen, zumal manche derselben überhaupt nicht in die Praxis eingeführt worden sind oder bei den im Grofsbetriebe damit angestellten Versuchen ungünstige Ergebnisse geliefert haben.

[1]) Siehe Wochenschrift 1877, Seite 99 u. 270.
1879, » 61.
1880, » 29 u. 399.
1881, » 120 u. 163.

In Oberschlesien (siehe Bilharz und Althans, Novemberheft Jahrgang 1881 der Verhandlungen für Beförderung des Gewerbefleifses), wo einerseits Treppenrostfeuerung mit Unter- und Oberwind, andererseits Siemens'sche Regenerativgasfeuerungen in Anwendung stehen, bietet die Treppenrostfeuerung neben den Vortheilen der Ersparnis an Brennmaterial und der Einfachheit der Anlage noch die Möglichkeit, die früher unverkäufliche Staub- und Gruskohle zu verwerthen. Die Siemens'sche Feuerung gewährt zwar eine gröfsere Brennmaterial-Ersparnis, ist dagegen im Nachtheile durch die gröfseren Kosten der Anlage und durch die Nothwendigkeit, eine im Handel brauchbare Würfelkohle verwenden zu müssen. Die Kosten der Anlage eines schlesischen Destillirofens mit Siemens-Feuerung, welcher eine jährliche Production von 250ᵗ Rohzink hat, werden auf 20 000 ℳ angegeben.

Eine Vergröfserung der Production und eine Erhöhung des Metallausbringens ist gleichzeitig mit der Brennstoff-Ersparung durch die Anwendung der Gasfeuerung erreicht worden, indem die letztere eine Vermehrung bezw. Vergröfserung der Destillirgefäfse und eine längere Dauer derselben im Feuer zulässt. Eine Vergröfserung der Production wird nach Binon & Grandfils (D. R.-P. 8703) dadurch erreicht, dass man die Charge nicht in lockerem, sondern in gepresstem Zustande in die Muffeln einbringt, weil bei lockeren Chargen die Reduction durch die in denselben enthaltene Luft verlangsamt wird. Zur Herstellung derartiger Chargen wird dem Gemenge von Kohle und Erz eine gewisse Menge trockenen Theers zugesetzt, das Ganze darauf durch Erhitzen weich gemacht und dann in Formen vom Durchschnitte der Muffeln gepresst.

Hand in Hand mit den Bemühungen, die Feuerungen zu verbessern, geht seit einiger Zeit das Streben, das Zinkausbringen durch bessere Condensation der Zinkdämpfe zu erhöhen. Bugdoll (D. R.-P. 11 545) hält die zinkhaltigen Körper in den aus der Vorlage entweichenden Gasen durch ein Baumwollenfilter zurück; Kosmann saugt die aus den Vorlagen austretenden Gase vermittelst eines Exhaustors in Räume, in welchen die Zinktheile sich niederschlagen sollen; Dagner (D. R.-P. 8953) wendet zur Verdichtung der Zinkdämpfe ein dreitheiliges Vorlagensystem an; Kleemann (D. R.-P. 7411) führt die aus der Vorlage entweichenden Gase durch eine auf einem Roste lagernde Säule von glühenden Kohlen oder bringt einen besonderen Condensator auf der Vorlage an (D. R.-P. 8121); Palm (D. R.-P. 9672, 15 116, 16 046) benutzt Wasser zur Zurückhaltung der Zinktheile aus den Gasen der Muffelöfen, indem er dieselben in besonderen Waschapparaten wiederholt mit Wasser in Berührung bringt. Die von ihrem Gehalte an Zink und Zinkoxyd befreiten Gase verwendet er zum Erhitzen der Zinköfen; die beim Entleeren der Muffeln entweichenden Gase saugt er vermittelst eines Exhaustors gleichfalls durch besondere Waschapparate, in welchen die mitgerissenen zinkhaltigen Körper durch Wasser niedergeschlagen werden.

Durch Verbesserung des Materials der Retorten hat man ebenfalls auf Erhöhung des Zinkausbringens neben der Ersparung an Retortenmaterial hinzuwirken gesucht. A. Landsberg (D. R.-P. 14 003)[1]) erzielt eine längere Haltbarkeit der Zink-Destillirgefäfse dadurch, dass er denselben einen Kern aus Graphit mit ganzem oder theilweisem Ersatze desselben durch Holzkohle, Koks oder Steinkohle giebt, oder dass er zur Herstellung der Gefäfse (D. R.-P. 14 501) äufserlich eine Schicht von feuerfestem Thon, innerlich eine Schicht aus einer Mischung von Graphit und feuerfestem Thon verwendet. Diese letztere Art der Destillirgefäfse, bei welchen der Graphit ebenfalls ganz oder theilweise durch Holzkohle, Koks oder Steinkohle ersetzt werden kann, dient zur Gewinnung von Zink aus Zinklegirungen oder aus Mischungen von Zinklegirungen mit anderen Metallverbindungen.

Die schon so oft ohne Erfolg versuchte Gewinnung von Zink im Schachtofen ist in der letzten Zeit durch Harmet und Kleemann wieder aufgenommen worden.

Harmet (D. R.-P. 11 197) wendet zur Darstellung von Zink und Zinkweifs einen cylindrischen, an seinem unteren Ende konisch zulaufenden Schachtofen an. Derselbe besitzt an seinem oberen und unteren Ende eine Reihe von Düsen

[1]) Siehe Wochenschrift 1881, S. 376.

zur Einführung von Gebläsewind. Zwischen den beiden Düsenzonen, mehr in dem unteren Theile des Schachtes, hat der Ofen ein System von runden Oeffnungen, welche in cylindrische Kammern münden, die ihrerseits mit einem Condensationsraum in Verbindung stehen. Die cylindrischen Kammern enthalten glühende Holzkohlen. Durch die gedachten Oeffnungen sollen die Zinkdämpfe und die Ofengase in die mit den glühenden Kohlen gefüllten Reductionskammern gepresst werden, damit in diesen Kammern die vollständige Umwandlung der Kohlensäure in Kohlenoxydgas und die Reduction etwa vorhandenen Zinkoxyds zu Zink erfolge. Aus den Reductionskammern treten die Gase und Zinkdämpfe in Räume zur Condensation der Zinkdämpfe; die aus den Condensationsräumen austretenden zinkfreien Gase werden in geeigneter Weise zur Heizung verwendet. Die in den Ofen gebrachte Beschickung soll vor den Düsen im unteren Theile des Ofens zusammenschmelzen und in flüssigem Zustande aus demselben entfernt werden.

Will man nicht Zink, sondern Zinkoxyd gewinnen, so lässt man Gase und Dämpfe nicht in Reductionskammern, sondern in Oxydationskammern treten, in welchen durch eingeführte kalte und feuchte Luft Zink und Kohlenoxydgas verbrannt werden. Aus diesen Kammern treten die Gase mit dem Zinkoxyd in ein System von Kammern, in welchen durch Leinwandsäcke das Zinkoxyd zurückgehalten wird.

Der Kleemann'sche Schachtofen (D. R.-P. 14 497) arbeitet im Gegensatze zu dem Ofen von Harmet mit mattem Gebläsewind und vorgewärmter Beschickung. Die Condensation der Zinkdämpfe erfolgt in einer von aufsen erhitzten Kammer, welche mit einer auf einem Roste von Thon oder Gusseisen lagernden Aufschüttung von gebrannten Thonballen, Chamottebruch oder Koks in geeigneten Stückgröfsen versehen ist; dieselbe wird durch äufsere Heizung auf einer derartigen Temperatur erhalten, dass eine Bildung von Zinkstaub nicht eintritt. In der Aufschüttung sollen sich die Zinkdämpfe zu flüssigem Metalle condensiren, welches sich unterhalb des Rostes ansammelt und von Zeit zu Zeit abgestochen wird. Die nicht verdichteten Brennmaterialgase scheiden sich über der Aufschüttung ab und gelangen in einen Verbrennungsraum, in welchem sie die für den Condensationsraum erforderliche Hitze entwickeln.

Das Vorwärmen der Beschickung und des Brennmaterials geschieht in einem über dem Schachtofen angebrachten Flammofen in Röhren, durch welche die Beschickung und das Brennmaterial getrennt von einander herabgleiten, um in den Schachtofen zu fallen. Zur Erleichterung und Beaufsichtigung der Beschickung geht durch eine Düse ein schwacher Windstrom mit derselben in den Ofen. Will man Zinkweifs gewinnen, so fällt der Condensationsraum fort.

Es muss abgewartet werden, ob die gedachten Arten der Oefen im Stande sind, die erheblichen Schwierigkeiten, welche der Zinkgewinnung im Schachtofen entgegenstehen, besonders die Oxydation der Zinkdämpfe durch Kohlensäure und die dadurch bewirkte Bildung von Zinkstaub, zu beseitigen.

Die Aufgabe, Gemenge von Zinkblende und Bleiglanz in rationeller Weise zu verhütten, ist trotz vielfacher Versuche für manche Werke, z. B. für die Unterharzer Hütten, noch nicht in günstigem Sinne gelöst. Auf diesen Werken röstet man die bleiglanzhaltigen Blenden und laugt den durch die Röstung gebildeten Zinkvitriol aus. Bei dem beschränkten Markte des Zinkvitriols lässt sich nur ein Theil der Lauge auf Vitriol verarbeiten, einen grofsen Theil derselben muss man als nutzlos wegfliefsen lassen. Dabei ist die Verhüttung der gerösteten Erze wegen des hohen Zinkgehaltes derselben schwierig. Binon und Grandfils (D. R.-P. 3497) schlagen für die Verhüttung bleiglanzhaltiger Zinkerze Oefen mit verticalen Retorten vor, welche einen ununterbrochenen Betrieb gestatten. Thum hat für den nämlichen Zweck den belgischen Ofen angemessen umgestaltet.

Der beste Weg der Beseitigung der bei der Röstung der Zinkblende entbundenen Säuren des Schwefels[1]) ist die gleichzeitige Nutzbarmachung derselben durch Verwandlung derselben in Schwefelsäure. Soll die Schwefelsäure-Fabrikation aus diesen Gasen nutzbringend

[1]) Siehe Zeitschrift 1881, S. 293 und 361.

sein, so dürfen dieselben nicht unter 4 Vol.-pCt. schweflige Säure enthalten. Um einen angemessenen Gehalt der Röstgase an schwefliger Säure zu erreichen, hat man Schachtöfen für Stückerze und Muffelöfen für Schliegerze im Betriebe. Da ein Todtrösten der Blende in beiden Arten von Oefen aber nicht zu erreichen ist, so muss man die Flammofenröstung zu Hülfe nehmen. Die hierbei entwickelten Gase haben nicht mehr den Gehalt an schwefliger Säure, um mit Vortheil auf Schwefelsäure verarbeitet werden zu können, müssen aber dennoch, da sie in vielen Fällen Belästigungen hervorrufen, unschädlich gemacht werden.

Der beste Ofen für die Herstellung von Schwefelsäure aus den Röstgasen der Zinkblende ist der bekannte Hasenclever-Helbig'sche Ofen, welcher aus einem Thurm, einer Muffel und einem Flammofen besteht. Die aus dem Thurm und der Muffel entweichenden Gase eignen sich vorzüglich zur Herstellung von Schwefelsäure, während die mit Feuergasen gemischten Gase des Flammofens dazu untauglich sind. Der Hasenclever-Ofen gewinnt immer mehr an Verbreitung; auch gegenwärtig sind mehrere grofse Werke in Rheinland und in Schlesien mit der Einführung desselben beschäftigt. Die Gase, welche von der unteren (Flammofen-) Sohle dieses Ofens entweichen, hat man auf verschiedene Weise von ihrem Gehalte an Säuren des Schwefels zu befreien gesucht; eine Methode, welche die Unschädlichmachung der Säuren des Schwefels ohne Kosten gestattet, bezw. die letzteren durch den Verkaufswerth des Productes der Unschädlichmachung deckt, ist bis jetzt auf den Zinkhütten noch nicht eingeführt worden.

In Oberschlesien, wo die Schwefelsäure wegen der Schwierigkeit des Absatzes derselben geringeren Werth hat, als in den westlichen Provinzen, ist man bis jetzt bei der Absorption der schwefligen Säure durch Kalkmilch, welche man in Thürmen herabfallen lässt, stehen geblieben. Durch diese Methode lässt sich die Absorption zwar erreichen, indes ist sie mit erheblichen Kosten verbunden, da grofse Anlagen hierzu erforderlich sind und das Product der Absorption, ein Gemenge von Calciumsulfat und Calciumsulfit, keinerlei Werth hat. Man erhält bei so grofsartigem Röstbetriebe, wie in Oberschlesien, gewaltige Mengen dieses Productes, dessen Fortschaffung Kosten und in manchen Fällen auch Verlegenheiten hervorrufen dürfte. Bei der zunehmenden Ausdehnung der Blenderöstung in Oberschlesien ist es daher dringend erwünscht, die Unschädlichmachung der bei dieser Art der Röstung entbundenen Säuren des Schwefels nach einer Methode auszuführen, welche mindestens die Kosten derselben zu decken im Stande ist.

Auf einigen Werken der westlichen Provinzen absorbirt man aus den Röstgasen der Blenderöstöfen das Schwefelsäure-Anhydrid durch concentrirte Schwefelsäure nach dem Freitag'schen Verfahren und deckt durch den Verkauf der hierbei gewonnenen Schwefelsäure die Kosten desselben. Zuerst wandte man einen mit Koks gefüllten Bleithurm als Absorptionsapparat an, in welchem man die Röstgase mit herabrieselnder Schwefelsäure in Berührung brachte. Gegenwärtig benutzt man anstatt des Koksthurms horizontalliegende Kästen, auf deren Boden sich eine Schicht von Schwefelsäure befindet, welche durch schnell umlaufende Stachelwalzen in den Kästen umhergestäubt wird. Die durch die Kästen geleiteten Röstgase werden durch die fein vertheilte Schwefelsäure nahezu vollständig von ihrem Anhydridgehalte befreit.

Durch die Absorption des Anhydrids ist aber immer nur ein Theil des Uebelstandes beseitigt; es bleibt immer noch die schweflige Säure aus den Röstgasen zu entfernen. Auf einem Werke der Rheinlande wird die schweflige Säure nach der Entfernung des Anhydrids aus den Röstgasen durch Kalkmilch gebunden. Als Absorptionsapparate benutzt man jedoch nicht Thürme, in welchen ein Regen von Kalkmilch herabfällt, wie in Oberschlesien, sondern ein System von Kanälen, in welchen die Kalkmilch durch Stachelwalzen wie die Schwefelsäure bei der Absorption des Anhydrids umhergestäubt wird. Günstig gelegene Zinkhütten führen ihre Röstgase durch hohe Schornsteine in die oberen Luftschichten ab, in welchen die Säuren so verdünnt werden, dass eine schädliche Einwirkung derselben auf den Wuchs der Pflanzen nicht mehr eintritt.

Die meisten Werke harren noch der Ausführung von Versuchen nach anderen Methoden. Bei den gewaltigen Gasmengen mit verhältnismäfsig geringen Gehalten an schwefliger Säure, welche bei der Absorption der Blenderöstgase in Betracht kommen, sowie bei der Nothwendigkeit, die Gase in den meisten Fällen vor der Absorption abkühlen zu müssen, ist die hier erörterte Aufgabe allerdings eine sehr schwierige.

In einer Abhandlung des Verfassers: »die Unschädlichmachung der bei metallurgischen Processen entbundenen Säuren des Schwefels« (Zeitschrift für Berg- Hütten- und Salinenwesen, 29. Bd. 5. Heft) sind die verschiedenen Methoden der Unschädlichmachung der Säuren des Schwefels aufgeführt und kritisch erörtert. Nach demselben ist von den verschiedenen Methoden, welche die schweflige Säure unschädlich machen, ohne sie nutzbar zu machen (Verdünnung durch Luft, Absorption durch Wasser, Absorption durch Wasser und Kalkstein) bei günstiger Lage der Hüttenwerke die Verdünnung der Gase durch Luft die beste. Von denjenigen Methoden, welche die schweflige Säure des Hüttenrauches gleichzeitig unschädlich und nutzbar machen (durch Verwandlung derselben in Schwefelsäure, in Schwefel und in Salze) ist bei hinreichendem Gehalte der Gase an schwefliger Säure die Verwandlung derselben in Schwefelsäure durch den Bleikammerprocess die günstigste. Auch lässt sich mit Vortheil aus derartigen Gasen Schwefelsäure-Anhydrid gewinnen, wie es auf der Rhenania bei Stolberg und auf Muldenhütte bei Freiberg geschieht.

Die übrigen Methoden der Gewinnung von Schwefelsäurehydrat: durch Contact, mit Hülfe von Nitrosulfonsäure in Thürmen, durch atmosphärische Luft, durch Chlor und Wasserdampf, durch Bildung von Sulfaten und Calciniren derselben, haben sich theils wegen der zu grofsen Verdünnung der schwefligen Säure in den Röstgasen, theils aus technischen und ökonomischen Gründen nicht bewährt.

Die Verwandlung der in den Röstgasen enthaltenen Säuren des Schwefels in Schwefel: durch glühende Kohlen, durch Schwefelwasserstoff, durch Schwefelbaryum, durch Schwefelnatrium, durch Schwefelcalcium ist ebenfalls aus gleichen Gründen missglückt. Von denjenigen Methoden, welche auf die Verwandlung in Salze abzielten,[1]) nämlich in Eisenvitriol, in Aluminiumsulfat, in Alaun, in Calciumsulfat, in Calciumsulfit, in Natriumsulfat, in Natriumsulfat und Salzsäure, in Eisen- und Zinksulfat, in hydroschwefligsaure Salze und in Hyposulfite, haben sich nur diejenigen bewährt, bei denen infolge günstiger örtlicher Verhältnisse ein Absorptionsmittel zur Verwendung kam, welches ein Absorptionsproduct von höherem Werthe lieferte, als das Absorptionsmittel selbst besafs, z. B. die Herstellung von Alaun aus alten Halden von Alaunschiefer, das Auflösen von gold- und silberhaltigen Eisensauen (Fahlu), die Extraction von Kupfer aus armen oxydischen Erzen (früher Linz und Stadtberge).

Wieder andere Methoden bestehen darin, die Säuren durch geeignete Absorptionsmittel aufzufangen und sie alsdann durch zweckmäfsige Behandlung des Absorptions-Productes in concentrirtem Zustande zu beliebiger Verwendung zu entbinden. Derartige Methoden sind: die Absorption der schwefligen Säure durch Wasser und Auskochen von concentrirter schwefliger Säure aus demselben, durch Holzkohle und Auspumpen von concentrirter schwefliger Säure, durch neutrale Sulfite und Auskochen von schwefliger Säure aus den gebildeten Bisulfiten, sowie schliefslich durch angefeuchtete Metalloxyde, Carbonate oder basische Sulfate derselben und Ausglühen von concentrirter schwefliger Säure aus den gebildeten Sulfiten.

Die Absorption der schwefligen Säure durch Wasser hat niemals günstige Ergebnisse geliefert, weil das Wasser aus verdünnten Gasen kaum mehr als 1 Gew.-pCt. schweflige Säure aufnimmt. Von den übrigen angeführten Methoden hat sich nur die der Anwendung von Wasser und Metalloxyden als brauchbar erwiesen.

Der Verfasser (D. R.-P. 16860) benutzt als Absorptionsmittel Zinkoxyd, bas. Zinkcarbonat oder bas. Zinksulfat mit soviel Wasser, als zur Bildung von Zinksulfit aus dem vorhandenen Zinkoxyd erforderlich ist. Das Product der Absorption wird in Muffelöfen geglüht, wodurch concentrirte schweflige Säure entbunden und gleichzeitig das Absorptionsmittel regenerirt wird. Die concentrirte schweflige Säure kann beliebig zur Herstellung von Schwefelsäure, Anhydrid,

[1]) Siehe Wochenschrift 1880, S. 100.

von Schwefelsäure-Hydrat, von Sulfiten, Sulfaten, Hyposulfiten, von Schwefelwasserstoff, Schwefel und von wässriger schwefliger Säure benutzt werden. Das Verfahren ist auf der Lautenthaler Blei- und Silberhütte ausgeführt und scheint sich daselbst zu bewähren.

Precht[1]) (D. R.-P. 17000) setzt an die Stelle von Zinkoxyd Magnesia, welche infolge ihres niedrigen Atomgewichtes bedeutende Mengen von schwefliger Säure aufzunehmen im Stande ist. Zur Zerstörung des neben Magnesiumsulfit gebildeten Magnesiumsulfats wird das Product der Absorption mit einer gewissen Menge Holzkohle gemengt und dann geglüht, wodurch schweflige Säure in concentrirtem Zustande neben geringen Mengen von Kohlensäure ausgetrieben und das Absorptionsmittel regenerirt wird. Thonerdehydrat, welches Precht ebenfalls als Absorptionsmittel vorschlägt, hat sich nach den in Lautenthal angestellten Versuchen nicht bewährt, ebensowenig Eisenoxyd. Dagegen absorbirt Kupferoxyd die schweflige Säure recht gut, ist aber wegen seines hohen Preises beim Grofsbetriebe nicht anwendbar. Das Precht'sche Magnesiaverfahren ist bis jetzt im Grofsen noch nicht angewendet worden.

In der jüngsten Zeit sind noch 2 Methoden der Unschädlichmachung der schwefligen Säure bekannt geworden, diejenigen von Fleitmann und von Rössler.

Fleitmann[2]) (D. R.-P. 17397) will die Gase der Röstöfen mit Hülfe eines Ventilators in Schachtöfen treiben, welche mit einem porösen Metalloxyd (z. B. Eisenoxyd), einem Flussmittel und Kohle gefüllt sind. Die Gase, welche die Stelle des Gebläsewindes vertreten, sollen ihre schweflige Säure dadurch verlieren, dass dieselbe durch die glühenden Kohlen zu Schwefel reducirt wird, welcher letztere sich mit dem Metall, welches aus dem Oxyde reducirt worden ist, zu Schwefelmetall verbinden soll. Das Schwefelmetall soll geröstet werden, um einerseits das Oxyd zu regeneriren, andererseits schweflige Säure in solcher Concentration zu entbinden, dass dieselbe mit Vortheil zur Schwefelsäurefabrikation benutzt werden kann; die Abröstung soll entweder in Röstöfen gewöhnlicher Construction oder mit Hülfe von gepresster Luft in Bessemer-Convertern bewirkt werden. Als verwendbare Metalloxyde werden aufser Eisenoxyd noch Kupferoxyd, Bleioxyd, Kobaltoxyd, Nickeloxyd oder geröstete Erze, welche diese Oxyde enthalten, angeführt.

Der Einführung dieses Verfahrens in den Grofsbetrieb dürften ökonomische Rücksichten entgegenstehen.

Rössler (Dingl. 1881, Bd. 242, S. 278) hat ein originelles Verfahren erfunden, die Scheidereigase der Frankfurter Affinir-Anstalt, welche 4 Vol.-pCt. schweflige Säure enthalten, von ihrem Gehalt an schwefliger Säure und Schwefelsäure zu reinigen. Derselbe saugt die Gase mit Hülfe eines Körting'schen Injectors auf und drückt sie durch eine Flüssigkeit, welche aus Kupfervitriol in wässriger Lösung besteht und Cementkupfer enthält. Durch diese Flüssigkeit werden die Säuren des Schwefels vollständig absorbirt, sobald man die Gase hinreichend fein in derselben vertheilt. Dies geschieht dadurch, dass man die Gase aus einem mit vielen kleinen Löchern versehenen Bleiringe, welcher auf dem Boden des die Flüssigkeit enthaltenden Gefäfses angebracht ist, in die Flüssigkeit eintreten lässt. Der Kupfervitriol soll nach Rössler die Eigenschaft besitzen, die schweflige Säure in Schwefelsäure zu verwandeln, indem das Kupferoxyd desselben zu Kupferoxydul reducirt wird. Das letztere soll durch den den Gasen beigemengten Sauerstoff wieder zu Kupferoxyd oxydirt und dadurch der Kupfervitriol regenerirt werden. Man soll daher im Stande sein, mit einer gegebenen Menge von Kupfervitriol unbegrenzte Mengen von schwefliger Säure in Schwefelsäure zu verwandeln. Hiernach muss der Kupfervitriol eine ähnliche Rolle bei der Oxydation der schwefligen Säure spielen, wie die salpetrige Säure beim Bleikammerprocess. Als Product der Absorption soll man eine stark saure Kupfervitriollösung erhalten, deren Werth in Frankfurt die Kosten der Unschädlichmachung der Säuren des Schwefels vollständig deckt.

Dieses Verfahren dürfte für concentrirte Gase da mit Vortheil anwendbar sein, wo eine Gelegenheit zur Verwerthung des Productes der Absorption vorhanden ist, z. B. bei Affinerien und Hüttenwerken, welche kupferhaltige Producte mit Hülfe von Schwefelsäure auflösen. Will man das Product der Absorption als Schwefelsäure verwerthen, so dürfte, falls sich ein Markt dafür finden sollte, ein nicht unerheblicher Theil des Kupfervitriols mit verloren gehen. Für die Gase der Zinkhütten sowie für alle in grofsen Mengen entwickelten Gase mit geringem Gehalt an schwefliger Säure dürfte das Verfahren wegen der Nothwendigkeit, die Gase mit Hülfe eines Injectors durch Flüssigkeiten durchzusaugen, zu theuer sein.

Auf der Goldscheide-Anstalt zu Hamburg verwandelt man die schweflige Säure der Scheidereigase mit Hülfe der Säuren des Stickstoffs in einer Bleikammer in Schwefelsäure, während man zu Halsbrücke bei Freiberg die Scheidereigase in einen mit Eisen gefüllten und mit Wasser berieselten Thurm leitet, und in Lautenthal trifft man Einrichtungen zur Absorption der in den Scheidegasen enthaltenen Säuren des Schwefels durch feuchtes Zinkoxyd.

Von den Methoden, auf nassem Wege Zink oder Zinkoxyd zu gewinnen, ist bis jetzt noch keine betriebsmäfsig eingeführt. Die auf derartige Methoden ertheilten Patente haben zum Theil die Ueberführung des in Erzen und Hüttenproducten enthaltenen Zinks in den löslichen Zustand, zum Theil die Gewinnung des Zinks aus den Lösungen als Metall oder Oxyd zum Gegenstand. Das Zink wird als Chlorzink, als Sulfat oder als ammoniakalisches Doppelsalz in Lösung gebracht und aus den Lösungen durch den elektrischen Strom als Metall oder durch Zersetzung der ammoniakalischen Lösung im Zustande des basischen Carbonates bezw. Oxydes gewonnen.

Gurlt[1]) (D. R.-P. 8116 und 15012) behandelt arme Galmeischlämme und zinkische Abfälle mit Chloralkalien, Chlorerden, dampfförmiger oder flüssiger Salzsäure und destillirt durch Glühen der Massen Chlorzink ab, welches er in geeigneter Weise (z. B. in Koksthürmen) auffängt. Von einem günstigen Erfolge dieses Verfahrens ist noch nichts bekannt geworden.

Die Gesellschaft Vieille Montagne in Angleur bei Lüttich hat ein Patent (D. R.-P. 14618), aus zinkischen Abfällen und Galmeischlämmen Zinksulfat zu extrahiren. Zu diesem Zwecke soll die bei der Blenderöstung entwickelte schweflige Säure mit Wasserdampf, überschüssiger Luft und Salpetersäuredampf in Bleikammern geleitet werden, in welchen das zu entzinkende Material auf Hurden ausgebreitet liegt. Es soll sich Schwefelsäure bilden, welche in statu nascendi das Zinkoxyd besonders gut angreifen soll. Nach genügend langer Einwirkung der Dämpfe soll durch Auslaugen der zersetzten Massen Zinksulfat gewonnen werden.

Den gedachten beiden Methoden steht das Hindernis im Wege, dass Chlorzink sowohl wie Zinksulfat einen sehr beschränkten Markt besitzen. So lange nicht eine Methode im grofsen ausgeführt ist, aus derartigen Zinklösungen mit ökonomischem Vortheile Zink zu gewinnen, sei es mit Hülfe des elektrischen Stromes, sei es durch Präcipitiren von Zinkhydroxyd aus den Lösungen, sei es durch Zersetzen des Zinksulfats auf trockenem Wege, wird die betriebsmäfsige Einführung dieser beiden Methoden wohl schwerlich irgendwo Platz greifen. Es braucht z. B. nur daran erinnert zu werden, dass man auf den Unterharzer Hütten Zinkvitriollauge in grofsen Mengen weglaufen lassen muss, weil eine vortheilhafte Verwerthung derselben nicht möglich ist.

Der Anwendung von Salzsäure als Lösungsmittel stehen ähnliche Bedenken entgegen. Ammoniak löst erfahrungsmäfsig Zinkoxyd in so geringen Mengen auf, dass es als Lösungsmittel nicht verwendbar ist.

Ammonium-Carbonat wird unter Umständen zur Lösung des Zinkoxyds aus zinkoxydhaltigen Producten verwendet, z. B. aus den zinkhaltigen Producten von der Entsilberung des Werkbleies durch Zink (Patent Schnabel). Dieses Verfahren bewährt sich recht gut; bei demselben steht indes die Gewinnung von Zink, bezw. Zinkweifs erst in zweiter Linie. Der Hauptzweck des Verfahrens ist der, durch Entfernung des Zinks aus silberhaltigen Producten das Ausbringen an

[1]) Siehe Wochenschrift 1882, No. 8.
[2]) Siehe Wochenschrift 1882, No. 15.

[1]) Wochenschrift 1880, S. 100.

Silber zu vermehren, was auch in hohem Maſse erreicht wird.

Kosmann (D. R.-P. 16570) gründet auf dieses Verfahren eine Methode der Darstellung von Zinkweiſs und Bleiweiſs aus zink- und bleihaltigem Flugstaube. Dieses Product, welches das Zink z. Th. als Sulfat enthält, soll mit Ammonium-Carbonat behandelt werden, welches sich mit den Sulfaten in Zink- bezw. Blei-Carbonat und in Ammoniumsulfat umsetzt. Zink-Carbonat sowie vorhandenes Zinkoxyd lösen sich in Ammonium-Carbonat auf und werden durch Abdestilliren des letzteren gewonnen. Das Ammoniumsulfat soll mit Kalk abdestillirt oder als solches in den Handel gebracht werden. Das im Rückstande enthaltene Bleioxyd bezw. Bleicarbonat soll nach vorgängigem Glühen mit einer Lösung von Blei-Acetat behandelt, dadurch in Lösung gebracht und dann durch Kohlensäure als Bleicarbonat ausgefällt werden.

Unter manchen Umständen, besonders bei einem Silbergehalte des Flugstaubes, dürfte dieses Verfahren mit Vortheil anzuwenden sein. Die Regeneration des Ammoniaks aus dem Ammoniumsulfat mit Hülfe von Kalk stöſst indes auf Schwierigkeiten; es dürfte deshalb vortheilhafter sein, das Ammoniumsulfat als Düngesalz zu verwerthen.

Zu Pr. Moresnet löst man nach Hoffmann aus armem Kieselzinkerz bezw. Galmei das Zink durch Salzsäure, fällt aus der Lösung Eisen und Mangan aus, präcipitirt das Zink durch Kalk, löst das gefällte Zinkoxyd in Ammonium-Carbonat und destillirt die Lösung behufs Gewinnung von basischem Zink-Carbonat und Regeneration des Ammoniaks ab. Das basische Zink-Carbonat wird durch Glühen in Zinkoxyd übergeführt.

Dieses Verfahren befindet sich zur Zeit noch im Versuchsstadium. Jedenfalls würde eine Regeneration der Salzsäure im Interesse der Oekonomie des Verfahrens liegen.

Die Gewinnung des Zinks aus Lösungen und Erzen durch den elektrischen Strom ist in Frankreich und Deutschland versucht worden, ohne dass es bis jetzt gelungen wäre, diesem Verfahren Eingang im Groſsbetriebe zu verschaffen.

Nach Luckow (D. R.-P. 14256) benutzt man zur Elektrolyse am besten concentrirte Zinklösungen mit 20 bis 30 pCt. Zink. Als Anoden benutzt man mit Koks gefüllte Gitterkästen, als Kathoden Platten aus Zink oder ebenfalls Gitterkästen der gedachten Art. Will man zinkhaltige Erze oder Hüttenproducte der Elektrolyse unterwerfen, so werden dieselben mit Kohlen gemengt in Gitterkästen gebracht und dann als Anoden benutzt. Das am negativen Pole niedergeschlagene bezw. zu demselben translocirte Zink ist um so feinkörniger, je stärker der elektrische Strom und je concentrirter die Lösungen sind. Bei Anwendung schwefelsaurer Zinklösungen zur Elektrolyse ist auf das Neutralhalten derselben besondere Rücksicht zu nehmen. Bei dem verhältnismäſsig geringen Werthe des Zinks ist es fraglich, inwieweit die Elektrolyse zur Gewinnung desselben im groſsen Anwendung finden wird.

Parnell (D. R.-P. 135) verwerthet das Zinksulfat auf mehrfache Weise. Er glüht dasselbe für sich in Muffelöfen, wodurch es in schweflige Säure, Schwefelsäure-Anhydrid und Zinkoxyd zerlegt wird. Die Säuren des Schwefels sollen in Bleikammern geleitet und daselbst auf Schwefelsäure verarbeitet werden. Nach einem anderen Verfahren mengt er gepulverte Blende mit einer concentrirten Lösung von Zinksulfat und erhitzt das Gemenge in einem Muffelofen zur schwachen Rothglut, bei welcher Temperatur Schwefelzink und Zinksulfat sich in Zinkoxyd und schweflige Säure umsetzen sollen, welche letztere gleichfalls zur Schwefelsäure-Fabrikation benutzt werden soll. Bei dem ersten Verfahren ist eine ziemlich hohe Temperatur erforderlich; auch verursacht das Schmelzen des Zinksulfats in seinem Krystallwasser sowie die Entwickelung bedeutender Mengen von Wasserdampf Unannehmlichkeiten.

Die Zersetzung des Sulfats durch Blende bei Rothglut dürfte geringere Kosten verursachen, indes lässt sich eine vollständige Zersetzung in der dargelegten Weise im groſsen kaum erreichen.

Das Parnell'sche Verfahren ist in England in groſsem Maſsstabe ausgeführt. Die ökonomischen Resultate desselben sind noch nicht bekannt.

Ein Verfahren der Raffination von unreinem Zink ist Merton patentirt worden (D. R.-P. 17521). Nach demselben wird das geschmolzene Zink mit Schwefel zur Entfernung der verunreinigenden Metalle behandelt, darauf das Zink in Retorten von besonderer Construction destillirt, und dann das destillirte Metall umgegossen. Es ist nicht bekannt geworden, ob dieses Verfahren Anwendung gefunden hat.

Ueber den Silbergehalt des Handelszinks sind von Pufahl Untersuchungen angestellt worden. (Berg- und Hüttenmänn. Zeitung 1882, S. 63.) Derselbe fand in einer Probe der Marke Giesche's Erben 0,001 pCt. Silber, in einer Probe von der Lydognia-Hütte 0,0006 pCt. und in 3 Proben von der Hohenlohe-Hütte im Durchschnitte 0,002 pCt. Silber. Im Zinke der Vieille Montagne und im Missouri-Zink konnte kein Silber nachgewiesen werden.

Aus der neuesten Literatur ist auſser den bereits erwähnten Abhandlungen von Bilharz und Althans sowie der des Referenten noch aufzuführen eine Arbeit von Spirek: Neuerungen im Zinkhüttenwesen. (Oesterr. Zeitschrift 1881, No. 25.)

C. S.

Die Entphosphorung des Eisens unter besonderer Berücksichtigung der Deutschen Reichspatente.

Nachdem die Praxis die Möglichkeit der Herstellung eines phosphorfreien Eisens in der mit basischem Material ausgefütterten Birne dargethan hat und eine Rentabilität des basischen Verfahrens auſser Zweifel steht, wenn bei der Neueinrichtung von Bessemerwerken den Verhältnissen des Processes nach allen Seiten hin Rechnung getragen wird, ist es interessant, einen Rückblick auf die zahlreichen Versuche zu werfen, welche eine Vervollkommnung des ersten sich bewährenden Entphosphorungs-Verfahrens bezwecken oder aber dahin trachten, die Entphosphorung auf andere ebenso vollkommene Weise zu erreichen. Es liegt nun in der Natur der Sache, dass diese Versuche bei der ungeheuern Tragweite, welche dieselben im Falle des Gelingens für die Industrie hatten, mit dem Mantel des strengsten Geheimnisses umgeben und den Fachkreisen meist erst bekannt wurden, nachdem sie als Patentanmeldungen einen vorläufigen Schutz genossen. Will man also einen Ueberblick über diese Versuche gewinnen, so bieten die Deutschen Reichs-Patente hierzu ein ausgezeichnetes, aber auch einziges Mittel. Einzig, weil von allen Versuchen, welche im Laufe von fünf Jahren gemacht worden sind, fast nur die auf das Thomas'sche Verfahren gegründeten Erfolge aufzuweisen haben und nur diese einer Erwähnung in der Literatur für werth befunden, die übrigen aber mit Stillschweigen übergangen wurden. Gerade die Deutschen Patente aber sind zum Studium geeignet, weil der basische Process in Deutschland verhältnismäſsig schnell zu gewerblicher Verwerthbarkeit ausgebildet worden ist, und weil nach dem Anstoſse, welchen die ersten Patente von S. G. Thomas gaben, eine groſse Reihe von deutschen Technikern sich auf demselben Gebiete versuchte, da die Entphosphorung für Deutschland wegen seines groſsen Reichtums an phosphorreichen Erzen wichtiger ist, als für jedes andere Land (vgl. auch Zeitschrift 1879, S. 267 und Wochenschrift 1882, No. 7).

Die Zahl der in Deutschland ertheilten Patente, welche die Entphosphorung direct betreffen oder damit im engsten Zusammenhange stehen, beträgt 65[1]). Hiervon ist die Gruppe der Thomas'schen Patente die wichtigste; der Werth aller anderen vor diesen bestehenden Patente sank in dem Augenblicke, in welchem das Thomas'sche Verfahren ins Leben trat, die nach ihm auftauchenden verloren in demselben Maſse ihre Bedeutung, als jenes sich in der Praxis bewährte. Ein schlagender Beweis hierfür ist das allmähliche Erlöschen vieler der betreffenden Patente.

Für die Besprechung der 65 Patente erscheint folgende Eintheilung zweckentsprechend:

1. Die basischen Futtermaterialien im allgemeinen,
2. die Anwendung derselben bei der Entphosphorung in der Bessemerbirne,

[1]) Das Verhältnis der einzelnen Patente zu einander als Zusatz- oder Abhängigkeitspatente ist unberücksichtigt gelassen.

3. die durch diese hervorgerufenen Aenderungen der Apparate,
4. die Entphosphorungsverfahren:
   a) in Herdöfen,
   b) während der Vorbereitungsarbeiten zum Frischen,
   c) im Kupolofen,
   d) im Hochofen.

Für diese Eintheilung ist folgende Betrachtung mafsgebend. Die basischen Futter bilden den Grundpfeiler, an welchen sich alle Entphosphorungsverfahren anlehnen; insbesondere die hier in Frage kommenden Erdalkali-Futter fanden zuerst in grofsem Mafsstabe beim Bessemerprocess Anwendung und nachher erst in Herdöfen. Unwichtig sind die übrigen Entphosphorungsverfahren, sie werden deshalb zuletzt erwähnt.

1. Die basischen Futter.

Den Hüttenleuten war es schon längst bekannt, dass beim Bessemerprocess eine Ueberführung des im Roheisen enthaltenen Phosphors in die Schlacke unmöglich sei, wenn das Ofenfutter und demnach auch die Schlacke eine saure ist; denn da die Kieselsäure stärker als die Phosphorsäure ist, muss letztere, selbst wenn sie als solche in die Schlacke gegangen wäre, immer wieder durch jene reducirt werden. So ist es erklärlich, wie sich aller Phosphor, welcher in die saure Birne hineinkommt, in einer dem Abbrande entsprechenden Erhöhung im fertigen Producte wiederfindet. Vorschläge, die Birne mit basischem Material, z. B. Eisenoxyden, analog dem Danks'schen Puddelofen auszufüttern, sind schon früher von Wedding gemacht, aber weiter nicht verfolgt worden; hierauf bezügliche Literatureitate sind bei den Nichtigkeitsanträgen gegen die Thomas'schen Patente aus allen möglichen Winkeln hervorgeholt worden (vgl. Patentblatt 1881, S. 57), — alle aber konnten ein Bekanntsein der Verfahren im Inlande vor dem Tage der Anmeldung nicht nachweisen; und so steht den englischen Chemikern Thomas und Gilchrist allein das Verdienst zu, die richtigen Mittel zur Ausführung eines bekannten Naturgesetzes angegeben zu haben.

Das erste Thomas'sche Patent No. 5869 betrifft ein Verfahren zur Herstellung von feuerfesten, basischen Ziegeln. Danach wird magnesiahaltiger Kalkstein (Dolomit) mit etwa 8 bis 9 pCt. Kieselsäure, 4 pCt. Thonerde und 1,5 pCt. Eisenoxyd mit etwas Wasser fein gemahlen und die erhaltene innigst gemischte plastische Masse unter hohem Drucke zu Ziegeln gepresst. Diese werden getrocknet und dann in stärkster Weifsglühhitze gebrannt, so dass die Kieselsäure mit den Basen zusammenfrittet und sich beim Anschlag klingende Ziegel ergeben. Selbstverständlich kann man, wenn der Dolomit in der genannten Zusammensetzung in natürlichem Zustande nicht vorhanden ist, künstliche Mischungen anwenden. Immer jedoch ist zu beachten, dass der Kieselsäuregehalt in keinem Falle 20 pCt. übersteigen darf und die gebrannten Ziegel 70 bis 80 pCt. Kalk und Magnesia enthalten müssen, ferner, dass bei der künstlichen Herstellung des Materials noch gröfsere Sorgfalt auf eine innige Mischung der einzelnen Bestandtheile zu verwenden ist. Diese Ziegel werden in der betreffenden Patentschrift für alle Oefen, in welchen Phosphor mittelst einer basischen Schlacke aus dem Roheisen entfernt werden soll, empfolen.

Für Deutschland erwarben dieses Patent und die später noch folgenden Zusätze der Hoerder Bergwerks- und Hüttenverein in Hoerde und die Rheinischen Stahlwerke in Ruhrort[1]), und bildeten diese den basischen Process unter Verwendung dieser Ziegel in kurzer Zeit soweit aus, dass derselbe aus dem Stadium des Versuches in einen geregelten Betrieb zur Massenherstellung von Stahlblöcken übergehen konnte.

Dieses bahnbrechende Patent wurde der Ausgangspunkt für 13 andere Herstellungsarten von basischen Ofenfuttern, bei welchen unter Verwendung ein und derselben Grundmasse, nämlich magnesiahaltigen Kalksteins mit mehr oder weniger Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd, noch besondere Bindemittel für die verschiedenen Basen benutzt werden.

[1]) Der Kürze halber werden diese Firmen in der Folge nur durch Hoerde und Ruhrort bezeichnet werden.

So gebraucht der Bochumer Verein für Bergbau und Gussstahlfabrikation in Bochum (D. R.-P. No. 10 683) als Bindemittel noch andere metallische Oxyde, z. B. Mennige, Bleiglättr, Manganerze oder die bei der Chlorbereitung erhaltenen Manganlaugen. Die Massen werden in ungebranntem oder gebranntem Zustande gemahlen, mit Wasser angefeuchtet, zu Steinen, Düsen u. s. w. geformt und dann bei Weifsglut gebrannt oder direct in den Ofen eingestampft.

A. Borsig's Berg- und Hüttenverwaltung in Borsigwerk verwendet als Bindemittel für die Grundmasse, welche 5 bis 8 pCt. Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd enthalten soll, Borsäure, borsaure Alkalien oder Erdalkalien (vgl. D. R.-P. No. 12 196), und zwar wird ein Zusatz von 2 bis 2,5 pCt. roher Borsäure oder 3 pCt. natürlichen Borncits (borsaurer Magnesia) für genügend gehalten; letzterer wird vor der Verwendung geglüht und zerkleinert. Unter No. 14 931 wurde der Firma die Benutzung von Kalkstein, Magnesit oder Dolomit (mit mindestens 15 bis 20 pCt. Magnesia), welche möglichst frei von Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd sind, zur Herstellung eines basischen Ofenfuttermaterials unter Anwendung von Borsäure u. s. w. als Bindemittel patentirt. Zweck der Ausschliefsung der drei früher erwähnten Bindemittel: Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd, ist die Erhöhung der Feuerbeständigkeit.

Um ein leichtflüssiges Bindemittel für den möglichst kieselsäure-, thonerde- und eisenoxydfreien Dolomit zu erhalten, versetzen Otto Junghann und Uelsmann in Königshütte die gebrannte und gepulverte Grundmasse mit Auflösungen der Chloride der Alkalien und Erdalkalien in Wasser (vgl. D. R.-P. No. 10411). In dem Patente No. 11561 ist der Zusatz von fein gepulvertem Kryolith (Fluornatrium und Fluoraluminium) zu eben besprochener Masse geschützt. Die Chloride können auch durch die kohlensauren Verbindungen der Alkalien oder Erdalkalien ersetzt werden (vgl. D. R.-P. No. 11539). Die Patente No. 13593 und 13971 schützen zu Gunsten derselben Erfinder die Anwendung von Theer in Verbindung mit den Chloriden und kohlensauren Salzen der Alkalien und Erdalkalien als Bindemittel. Das Verfahren zur Herstellung der Ziegel wird hierbei in der Weise geändert, dass die Grundmasse mit den Salzen zusammen gebrannt, dann gemahlen und mit Theer und 3 pCt. der Salze zu einer plastischen Masse angemacht wird. Nach dem Patente No. 15510 benutzen Junghann und Uelsmann die kaustischen Alkalien als Bindemittel für eine Grundmasse, welche aus kohlensauren oder kaustischen Erdalkalien (rohem oder gebranntem Dolomit), die möglichst frei von Kohlensäure, Thonerde und Eisenoxyd sind, gebildet wird.

Thomas verwendet nach seinem Patente No. 6080 als Bindemittel Wasserglas. Der Zusatz zu der Grundmasse soll bei einem specifischen Gewichte der Lösung von 1,5 5 bis 15 Gew.-pCt. betragen. Für Düsen empfielt sich eine Mischung von 85 Th. gemahlenen Kalkes mit 10 Th. Thon und 5 Th. Wasserglas.

Nach dem Patente No. 12250 von Emil Andre in Coblenz wird gebrannter und in Wasser abgeschreckter Dolomit mit 2 pCt. frisch dargestellten, schwefelsauren Kalkes gemischt und dann in gewöhnlicher Weise zu Steinen, Düsen u. s. w. verarbeitet. Der schwefelsaure Kalk wird dadurch erhalten, dass man gebrannten Kalk mit wenig Wasser ablöscht und im Augenblicke der gröfsten Erhitzung die Hälfte des Gewichtes an concentrirter Schwefelsäure zusetzt.[1]) Anton von Kerpely in Schemnitz (Ungarn) hält die Essigsäure als Bindemittel für die Grundmasse geeignet (vgl. D. R.-P. No. 11348†)[2]). Zwei Drittel des gebrannten Dolomits werden nach diesem Verfahren mit Essig zu einem Brei angerührt und dann mit dem anderen Drittheil, welches vorher durch Wasser oder Essig ebenfalls gelöscht wurde, versetzt. (Bekanntlich löst sich Kalk in Essigsäure.)

Hiermit schliefst die Reihe derjenigen Patente ab, welche als Grundmasse für das Futter einen magnesiahaltigen Kalkstein aufweisen; es folgt ein Patent No. 10631 von Hoerde und Ruhrort, in welchem als Grundmasse magnesiafreier Kalkstein vorgeschlagen wird. Natürlich muss der

[1]) Es erscheint uns zweifelhaft, ob die Herstellung von Steinen nach diesem Verfahren überhaupt möglich ist. Die Redaction.
[2]) † bedeutet ein erloschenes Patent.

Kalk auch hierbei mit den nöthigen Bindemitteln (Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd) vermengt sein, um überhaupt beim Brennen zusammenfritten zu können. Jedoch hat man gefunden, dass der Gehalt dieser Bindemittel bis auf 1 pCt., ja noch tiefer herabsinken kann, wenn die Steine beim Brennen eine entsprechend längere Zeit in Weifsglut verbleiben und bei der Pressung einem hohen Druck ausgesetzt worden waren. Das Maximum der Beimengungen beträgt 15 bis 20 pCt., wovon 6 pCt. auf das Eisenoxyd kommen. Alle diese in der Hauptsache aus Kalk bestehenden Steine zerfallen leicht in Berührung mit feuchter Luft, weil sich der Kalk in Kalkhydrat umsetzt. Die Ziegel müssen demnach bald nach ihrer Herstellung in Verwendung genommen oder in besonders trockenen Räumen aufbewahrt werden. Es lag nun nahe, den Kalk dieser unangenehmen Eigenschaft halber ganz aus der Grundmasse fortzulassen und sich, wie es früher schon Tunner vorgeschlagen, mit der Magnesia allein zu begnügen, welche sich bei gröfserer Feuerbeständigkeit der Feuchtigkeit gegenüber fast indifferent verhält. Der bis dahin hohe Preis der Magnesia hinderte jedoch deren nutzbringende Verwendung. Da schlugen Gebr. Ramdohr in Wansleben vor, die Endlauge der Chlorkaliumfabriken, welche hauptsächlich aus Chlormagnesium besteht, direct zur Herstellung der Magnesiaziegel zu benutzen. Nach den ihnen unter No. 9473 und 11540 patentirten Verfahren wird die Endlauge auf 40 bis 45° B. eingedampft und die nach dem Erkalten feste Masse mit soviel angefeuchtetem Thon, wie zur Erzielung eines formbaren Materiales erforderlich ist, und mit fein pulverisirtem, thonhaltigem Eisenoxyd auf das innigste gemischt. Beim schärfsten Brennen dieser Masse in einer oxydirenden Flamme wird das Chlor theils als Salzsäure, theils als Eisen-Chlorid und Chlorür ausgetrieben, so dass sich die erhaltenen Ziegel aus Magnesia mit mehr oder weniger Thon und Kieselsäure, sehr kleinen Mengen der Chloralkalien und Spuren von schwefelsaurer Magnesia zusammensetzen. Die Austreibung des Chlors kann durch Einleiten überhitzter Wasserdämpfe in den Brennraum beschleunigt werden, oder aber, und dieses Verfahren bildet den Gegenstand des Patentes No. 11746, das Chlormagnesium wird nach seiner Eindickung in Pfannen oder gemauerten Oefen der directen Einwirkung einer oxydirenden Flamme unter Einleitung von Wasserdampf ausgesetzt, so dass bereits bei dieser Operation ein grofser Theil des Chlors entweicht und als Salzsäure gewonnen werden kann. Das Product dieses Brennprocesses ist eine Mischung von Magnesia mit Chlormagnesium, welche, wie früher erwähnt, weiter verarbeitet wird. Ein anderes Verfahren zur Herstellung von Magnesiaziegeln wurde Ramdohr, Blumenthal & Co. in Halle unter No. 16271 patentirt. Danach wird bei sehr hoher Temperatur gebrannte Magnesia und Magnesia, welche bei 300 bis 400° C. calcinirt worden, mit Eisenoxyd und einer Chlormagnesiumlösung von 25 bis 35° B. zu einer plastischen Masse angemacht und zum Ausstampfen der Oefen oder zur Herstellung der Ziegel verwendet. Beim Brennen dieser Masse verflüchtigt sich das Eisen als Eisenchlorid, so dass reine Magnesia zurückbleibt.

Die anderen 7 an dieser Stelle noch zu erwähnenden Patente befassen sich mit der Gewinnung der Magnesia aus Chlormagnesiumlösungen (Endlaugen) oder natürlichen Magnesiagesteinen behufs Herstellung von Magnesiaziegeln.

Nach dem Patent No. 8777 von A. Rümpler in Hecklingen wird die Endlauge der Chlorkaliumfabriken, welche neben Chlormagnesium noch schwefelsaure Magnesia und schwefelsaures Eisenoxydul enthält, behufs Herstellung reiner Magnesia mit etwa $^1/_3$ Gewicht-Procent an gebranntem und gelöschtem Kalk unter Umrühren gemischt. Dabei entsteht ein Niederschlag von Eisenoxyd mit etwas Gyps und Magnesiahydrat. Die über demselben stehende Lauge enthält noch schwefelsaure Magnesia, die man durch Mischen mit einem Theile der am Schlusse der Operation entstehenden Chlorcalciumlauge in Chlormagnesium und Gyps umsetzt. Aus der nun reinen Chlormagnesiumlösung wird durch Kalk Magnesiahydrat gefällt.

Nach Gustave D'Adelswärd in Paris löst man Dolomit in Salzsäure auf und fällt das Magnesiahydrat durch Kalk (vgl. D. R.-P. No. 11321). Die Salzsäure kann nach dem Patent No. 14936 von C. Scheibler in Berlin durch eine wässerige Lösung von Zucker in der Weise ersetzt werden, dass aus dem gebrannten und zerkleinerten Dolomit der Kalk gelöst wird, während die Magnesia und deren Verunreinigungen ungelöst zurückbleiben. Aus der Zuckerkalklösung wird nach dem Dekantiren der Aetzkalk durch Kohlensäure wieder abgeschieden und dadurch die Zuckerlösung regenerirt. Nach einem anderen Patente No. 16575 von Scheibler wird Aetzdolomit durch schwefelsaure Magnesia zerlegt; dabei bilden sich Gyps und Magnesiahydrat, welche Niederschläge durch Centrifugen von einander getrennt werden. Marie Prosper Closson in Paris macht die Endlaugen der Chlorfabriken und der Ammoniaksodaprocesse, die Chloreisenrückstände bei der Behandlung der Pyrite auf nassem Wege und die Chlormagnesiumrückstände der Stassfurter Bergwerke und des Meerwassers dadurch nutzbar, dass durch Zusatz von gebranntem Dolomit aus den Rückständen Chlormagnesium gebildet und die Magnesia aus der Chlorverbindung durch den Kalk von weiter zugesetztem gebranntem Dolomit gefällt wird, wobei die Magnesia, welche aus der Zersetzung des Dolomites entsteht, sich mit derjenigen, welche aus der Chlormagnesiumlösung gefällt wird, vereinigt (vgl. D. R.-P. No. 11456). Die Lösungs- und Fällungsprocesse werden bei dieser Methode sehr befördert, wenn man den Flüssigkeiten geringe Mengen von Zucker zusetzt (vgl. D. R.-P. No. 15342). Endlich sei noch eines Verfahrens zur Herstellung von Salzsäure aus Chlor-Calcium und Magnesium von Georg Eschellmann in Mannheim (D. R.-P. No. 17058) Erwähnung gethan, bei welchem Magnesia in der Weise als Nebenproduct gewonnen wird, dass der aus basischem Magnesiasulfat bestehende Rückstand mit Wasser gekocht wird. Hierdurch bildet sich Magnesiasulfat und Magnesia; ersteres geht in den Process zurück, während letzteres zur Herstellung von Magnesiaziegeln verwendet werden kann.

Die aus Magnesia hergestellten Ziegel haben, abgesehen von ihrer gröfseren Feuer- und Wasserbeständigkeit, noch den grofsen Vortheil vor den aus rohem Dolomit hergestellten Ziegeln, dass sie beim Brennen nicht so stark schwinden. Bei letzteren beträgt die Schwindung bis zu 40 Vol.-pCt. Betreffs der Haltbarkeit der Magnesiaziegel in der Bessemerbirne liegen Resultate noch nicht vor.

Als vierte Grundmasse für basische Futter ist phosphorsaurer Kalk in Form von Phosphorit, Knochenasche oder Knochenmehl in den Patenten vorgeschlagen. Hoerde und Ruhrort (vgl. D. R.-P. No. 13614) mischen denselben in gemahlenem Zustande mit Thon, Asphalt oder anderen kohlenstoffhaltigen Körpern und brennen die aus dieser Masse hergestellten Ziegel. Als Bindemittel für dieselbe Grundmasse benutzen Junghann und Uelsmann in ihren Patenten No. 11360, 13086 und 16510 Chlorcalcium und Chlormagnesium bezw. die kohlensauren Alkalien, bezw. die reinen kaustischen Alkalien.

Aufser den bis jetzt genannten Kalk-Magnesia, Kalk, Magnesia und phosphorsauren Kalk enthaltenden Grundmassen werden in den Patenten noch 2 andere Stoffe zur Futterherstellung erwähnt, von denen der eine eine Base, der andere ein indifferenter Körper ist. Der erstere ist Bauxit (Thonerde), welchen die Gutehoffnungshütte in Oberhausen stark brennt (D. R.-P. No. 9701) und dann unter Zusatz eines Bindemittels, bestehend aus rohem Bauxit, fettem Thon oder gebranntem Kalk oder Dolomit zu einer plastischen Masse verarbeitet.

Das indifferente Futter besteht wesentlich aus Kohle und wird von F. Osann in Düsseldorf (D. R.-P. No. 1325 †) durch Mischung von festestem, möglichst aschenfreiem Koks oder Gasretortengraphit mit 5 bis 10 pCt. Asphalt erhalten. Diese Mischung wird mit Theeröl, Petroleum oder Syrup zu einer plastischen Masse angemacht und in den Ofen eingestampft.

Von den genannten Futtermassen haben nur die Kalk-Magnesia-Ziegel eine ausgedehntere Verwendung in der Praxis gefunden, und zwar nur diejenigen, bei welchen als Bindemittel Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd und Theer verwendet werden. Jedoch scheint auch die Magnesia berufen zu sein, für die Folge eine gröfsere Rolle bei der Herstellung basischer Futter zu spielen. In Hoerde werden eifrige Versuche mit dem Scheibler'schen und Closson'schen Magnesia-

Herstellungsverfahren gemacht und sollen dieselben schon recht günstige Erfolge gehabt haben. Es hat sich dabei ergeben, dass die reine Magnesia nur eines hohen Druckes bei der Ziegelpressung, aber keiner Bindemittel bedarf, um nach dem Brennen genügend haltbare Ziegel zu geben. Einer allgemeineren Anwendung der übrigen Grundmassen und Bindemittel steht hauptsächlich der Kostenpunkt entgegen.

Behufs Herstellung der Dolomitziegel werden entweder aus dem rohen, zerkleinerten Dolomit Ziegel geformt und diese dann gebrannt, oder es werden die Dolomitstücke unzerkleinert gebrannt, dann auf Erbsengröfse zerkleinert und als Stampfmasse oder zur Anfertigung von Ziegeln verwendet. Letztere Methode ist die gebräuchlichere, weil man beim Ziegelformen keine Rücksicht auf das Schwindmafs zu nehmen braucht. Als Bindemittel wird 10 bis 15 pCt. heifsen, entwässerten Theers benutzt. Die Ziegel haben eine Dicke von etwa 24cm, wiegen 30 bis 40kg und werden vor der Benutzung unter Luftabschluss abgeflammt. Als Mörtel wird fein pulverisirter, todtgebrannter Dolomit und Theer verwendet. Das Todtbrennen des Dolomits geschieht in Gasflammöfen; der Kupolofen eignet sich weniger dazu, weil in demselben das Brennen in ungleichmäfsiger Form stattfindet und eine sorgfältige Scheidung des todtgebrannten Dolomits vom schwach gebrannten und ebenso von der Schlacke und Asche erforderlich ist. Natürlich muss der zum Brennen benutzte Kupolofen mit basischem Futter ausgemauert sein. Hauptbedingung für die Herstellung haltbarer Ziegel bleibt: intensivste Weifsgluth beim Brennen. Im Durchschnitt braucht man beim Brennen auf 1t Futtermaterial 1t Kohlen.

Endlich seien der Vollständigkeit halber an dieser Stelle noch die Patente No. 12562 und 12570 von Franz Melaun in Königshütte erwähnt. Nach ersterem werden die aus einem Pulver von todtgebrannten Kalksteinen, gemischt mit Blut, Theer, Syrup oder ähnlichen verbrennbaren Bindemitteln, geformten Gegenstände in dünnes Eisenblech eingeschlagen, in dem Ofen auf einander gestapelt und dann gebrannt. Das Eisenblech wird von der oxydirenden Flamme des Brennofens vollständig verzehrt. Um ein Zusammenfritten der so hergestellten Böden mit den Düsen oder dem Birnenfutter an den Berührungsflächen, welche mit einer gleichen Masse gedichtet sind, zu vermeiden und ein schnelles Lösen dieser einzelnen Theile bei Birnenausbesserungen zu ermöglichen, werden nach dem zweiten Patente Düsen, Böden und die Bodenöffnung mit dünnem Eisenblech um- bezw. ausgekleidet, dann mit einem Brei aus rohem, gepulvertem Kalk, Dolomit oder Magnesia und Wasser bestrichen und in bekannter Weise eingesetzt.

2. Die Entphosphorungsverfahren in der Bessemerbirne.

Nachdem im vorgehenden die Zusammensetzung der Futtermassen und in grofsen Zügen ihre Herstellung besprochen, gelangen wir zu den Verfahren, nach denen eine Entphosphorung des Roheisens in der mit basischem Futter ausgekleideten Birne bewirkt wird.

Ueber die Theorie des basischen Processes in der Bessemerbirne war man im Anfange noch sehr im Unklaren. Die Erfahrung hat gelehrt, dass der Phosphor theilweise die Stelle des Wärmeentwicklers, des Siliciums, einnehmen kann[1]), und dass während des Blasens zuerst das vorhandene Silicium, dann geringe Mengen des Phosphors mit dem Kohlenstoff oxydirt werden, dass aber der gröfste Theil des Phosphors erst nach der Entkohlung durch Oxydation und Verbindung mit den basischen Zuschlägen als Kalkphosphat in die Schlacke geführt wird. Diese Erkenntnis fand ihren Ausdruck in dem Verfahren des Nachblasens, welches später erwähnt werden wird. Aufserdem werden mit dem Phosphor bis zu 60 pCt. des vorhandenen Schwefels verschlackt. Roheisensorten mit 0,8 bis 3 pCt. Phosphor, 0,5 bis 1,7 pCt. Silicium, mit weniger als 0,3 pCt. Schwefel und bis zu 2,5 pCt. Mangan sind für den basischen Process geeignet. Der Mangangehalt bewirkt die Bildung einer leichtflüssigen Schlacke. In gröfseren Mengen vermehrt er den Abbrand, ohne die Qualität des Productes zu verbessern. Anfänglich glaubte man das Silicium zur Durchführung des Processes nicht entbehren zu können und verblies phosphorhaltiges

[1]) Silicium entwickelt bei seiner Verbrennung zu Kieselsäure 7830 W.-E., Phosphor bei seiner Verbrennung zu Phosphorsäure 5747 W.-E.

Roheisen mit einem gegen früher unveränderten Siliciumgehalt. Die Folge davon war, dass das basische Futter schnell zerstört und grofse Mengen basischer Zuschläge erforderlich wurden. Um letzteres nun zu vermeiden, kam man auf den früher von Wedding angeregten Gedanken, nämlich den Bessemerprocess in zwei Operationen zu theilen, so dass die Entsilicirung und Entkohlung in bekannter Weise in einer sauren Birne, die Entphosphorung dagegen in einer basischen Birne vorgenommen wird. Nach Wedding sollte das Roheisen in einer gewöhnlichen Birne entsilicirt und theilweise entkohlt und dann das Product in einem Puddelofen weiter verarbeitet werden, so dass aus den Luppen in bekannter Weise die phosphorhaltige Schlacke aussaigern konnte. Diesem Vorschlage kommt am nächsten das Osann'sche Patent No. 9898†, nur giefst Osann das in einer sauren Birne entsilicirte und ganz oder theilweise entkohlte Product nicht in einen Puddelofen, sondern in einen mit basischem oder neutralem Material ausgefütterten, beweglichen oder feststehenden Flammofen, in welchem es, im Gegensatze zum Puddelofen, unter Erhaltung des flüssigen Zustandes durch Zuschläge von Eisenoxyden bei einer stark basischen Schlacke entphosphort wird. Statt des Flammofens kann auch eine mit basischem Futter versehene und mit Eisenoxyden gefüllte Pfanne oder eine mit Eisenoxyden ausgeschlagene Rinne gewählt werden, in die das flüssige Product aus der Birne geleitet wird. In diesem Falle unterscheidet sich also das Verfahren von den Entphosphorungsmethoden während der später zu erwähnenden Vorbereitungsarbeiten nur dadurch, dass hier gefrischtes Roheisen entphosphort, dort Roheisen entphosphort, aber nicht gefrischt wird.

Man kann auch, wie Fr. Krupp in seinem Patente No. 11022, das Roheisen in einem anderen Apparate als der Birne entsiliciren und entkohlen, verfährt aber im übrigen wie in dem Patente No. 9898 angegeben. Zwei Jahre früher hatte Osann vorgeschlagen, das Roheisen in einer mit dem früher erwähnten Kohlenfutter ausgekleideten Birne zu entsiliciren, entkohlen und entphosphoren (vergl. D. R.-P. No. 1325†), um dann dieses entphosphorte Product unter Zurückhaltung der Schlacke in eine andere Birne zu giefsen, in welcher es den nöthigen Spiegeleisen- bezw. Ferromanganzusatz erhält. Zweck dieses Verfahrens ist also nur eine Vermeidung der Phosphorreduction aus der Schlacke durch die metallischen Zuschläge. Das Verfahren lässt sich ebensowohl in Herdöfen ausführen.

Das in den Besitz von Hoerde und Ruhrort übergegangene Patent No. 8549 von Jean Marie Harmet in Lyon dagegen bezweckt eine Theilung des Bessemerprocesses in zwei Operationen nach den oben angeführten Gesichtspunkten, d. h., durch die erste soll das Eisen in einer sauren Birne entsilicirt und entkohlt werden, während in der zweiten das von der Schlacke getrennte Eisen in einer basischen Birne unter Zuschlag basischer Oxyde entphosphort wird. Will man hierbei die manganhaltigen Zuschläge nicht mit der phosphorreichen Schlacke zusammenbringen, so muss man letztere vorher ausgiefsen, oder man kann die Rückkohlung in der Giefspfanne vornehmen und muss dann für eine Mischung der flüssigen Massen Sorge getragen, z. B. durch das neuerdings in England wieder angewendete Pfannenrührwerk, welches schon vor etwa 20 Jahren von Bessemer vorgeschlagen worden war.[1])

Wie oben schon angedeutet, wird die Hauptmenge des Phosphors erst nach der Entkohlung in die Schlacke geführt, weshalb sich in der Praxis ein »Ueber-« bezw. »Nachblasen« der Hitzen unter Zusatz erheblicher Mengen Zuschlagkalkes als nothwendig herausstellte. Hoerde und Ruhrort nahmen auf dieses Verfahren das Patent No. 12700. Danach wird vor dem Einleiten des Roheisens und nach einer Blasezeit von 6 bis 10 Minuten glühender magnesiahaltiger Kalk mit einem Gehalte von Eisenoxyd (im Verhältnis von 8 : 1 bezw. 2,5 : 1) in die Birne geworfen und das Blasen so lange fortgesetzt, bis ein reichlicher brauner, von einem weifsen Saum umgebener Rauch dem Birnenhalse entströmt. Dieses Nachblasen kann bis zu 6 Minuten nach dem Verschwinden der Kohlenstofflinien im Spectroskop dauern und währt um so länger, je phosphorhaltiger das Metall und je geringer die in gleichen Zeiteinheiten eingeblasene

[1]) Siehe Zeitschrift 1882, S. 265.

Litteratur.

Die Gehörsstörungen des Locomotivpersonals und deren Einfluss auf die Betriebssicherheit der Eisenbahnen. Von Dr. S. Moos, Professor in Heidelberg, Dr. H. Pollnow, prakt. Arzt in Berlin und Dr. D. Schwabach, prakt. Arzt in Berlin. Zweiter Abdruck. 8. 56 S. Wiesbaden, 1882. Verlag von J. F. Bergmann.

Bei der grofsen Wichtigkeit, welche die eingehendste Erörterung der Frage, inwieweit eine Verminderung der normalen Hörfähigkeit des Locomotivpersonals, besonders der Locomotivführer, die Betriebssicherheit der Eisenbahnen beeinflusst, nicht allein für die Kreise der Eisenbahntechniker, sondern auch für das gröfsere Publikum besitzt, ist die Veröffentlichung des Meinungsaustausches der oben genannten drei Mediciner durch Veranstaltung eines besonderen Abdruckes der fraglichen Aufsätze, welche in der Zeitschrift für Ohrenheilkunde erschienen, mit Dank anzuerkennen. Es sind hierdurch die zum Theil auseinandergehenden Ansichten der genannten Aerzte nicht allein den am meisten interessirten Kreisen der Eisenbahn-Verwaltungsbehörden, sondern auch dem Publikum leichter zugänglich gemacht worden.

Es ist ja eine ziemlich allgemein bekannte Thatsache, dass die Einflüsse, welche der anstrengende Dienst als Locomotivführer oder Heizer auf den Gesundheitszustand der betreffenden Personen ausübt, eine raschere Abnutzung des Organismus hervorrufen und die Invalidität früher herbeiführen.

Unter den verschiedenen Krankheitsformen, denen die genannten Beamten-Kategorien unterworfen sind, nehmen diejenigen der Athmungsorgane natürlicher Weise einen ziemlich hohen Procentsatz ein; diejenigen des Gehörorganes selbst kommen allerdings weniger häufig vor. Gleichwohl erkennt Prof. Dr. Moos darin, dass infolge des Dienstes auf der Locomotive bei einer grofsen Zahl von Führern und Heizern bald früher, bald später eine Verminderung der normalen Hörfähigkeit eintritt, die sich nach und nach zu hochgradiger Schwerhörigkeit ausbilden kann, einen Umstand, welcher die gröfste Beachtung der Eisenbahn-Verwaltungen verdiene, um das Eintreten socialer Gefahren zu verhüten, besonders um Locomotivführer, deren Hörfähigkeit in so starker Weise gelitten habe, dass dieselben gewisse Mundpfeifen-Signale nicht mehr genau zu vernehmen im Stande seien, vom Dienste rechtzeitig zurückziehen zu können.

Dr. Moos stellt auf Grund seiner Beobachtungen die Forderung auf, dass nicht allein bei der Indienststellung der Heizer und besonders der Locomotivführer die Untersuchung des Gehörorganes mit der gröfsten Sorgfalt und Sachkenntnis vorgenommen werden müsse, sondern dass eine derartige Untersuchung und Prüfung der Hörschärfe der im Dienste befindlichen Locomotivführer mindestens alle zwei Jahre stattzufinden habe.

Infolge der von Dr. Moos in einem Vortrage auf dem zweiten internationalen Congress der Ohrenärzte in Mailand am 7. Sept. 1880 mitgetheilten Thatsachen und daran geknüpften Forderungen, die oben kurz skizzirt sind, wurden unter anderem zu Anfang 1881 in Berlin 160 bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn im Locomotivdienste beschäftigte Beamte und Arbeiter inbezug auf ihre Hörfähigkeit untersucht und von diesen 34 als mehr oder weniger schwerhörig befunden. Der Specialarzt Dr. Schwabach, welchem diese Personen zu weiterer Behandlung überwiesen wurden, giebt nun eine genaue Charakteristik der Beschaffenheit des Gehörorganes genannter Personen, aus welcher hier nur hervorgehoben werden soll, dass die Gehörstörungen am auffallendsten bei denjenigen Beamten hervortraten, welche länger als 25 Jahre im Locomotivdienste thätig waren, dass jedoch andererseits eine grofse Zahl der Untersuchten angab, sie hätten von einer Abnahme ihres Hörvermögens bislang nichts gemerkt, während fast sämmtliche übrigen, die sich einer gewissen Schwerhörigkeit bewusst waren, versicherten, dass sie dadurch im Dienste durchaus nicht gestört würden. Mit Rücksicht auf die Ergebnisse seiner Untersuchungen wirft Dr. Schwabach die Frage auf, ob der von Dr. Moos aufgestellte Satz, dass die Gehörstörungen der Locomotivführer und Heizer sociale Gefahren in sich bergen, als richtig angesehen werden könne.

Als Material zur Beantwortung dieser Frage wird nun von Dr. Pollnow, einem der bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Berlin thätigen Bahnärzte, auseinandergesetzt, welcher Art die akustischen Signale sind, deren genaue Wahrnehmung von den Locomotivführern verlangt werden muss. Dahin gehören die vom Zugführer gegebenen Mundpfeifensignale, die mit der Mundpfeife oder dem Horne zu gebenden Rangirsignale, das Knallsignal und das durch Anziehen der Pfeifenleine zu gebende Alarmsignal der Dampfpfeife auf der Locomotive selbst. Die Mundpfeifen- bezw. Hornsignale sind auf der Locomotive auch für ein normales Gehör nur vernehmbar, wenn die Locomotive steht oder in sehr langsamer Fahrt begriffen ist, während nach Beobachtungen von Pollnow das Knallsignal sowie das Ertönen der Dampfpfeife auch von solchen Personen noch deutlich gehört wird, deren Hörschärfe schon als wesentlich herabgesetzt angesehen werden muss; auch die Mundpfeifensignale werden von schwerhörigen Personen noch deutlich und genau auf gröfsere Entfernungen wahrgenommen. Hierauf fufsend glaubt Dr. Pollnow unbedenklich der Ansicht der Eisenbahntechniker beistimmen zu können, dass »Locomotivführer und Heizer vollkommen ausreichend hören, so lange sie einer Unterhaltung in gewöhnlicher Sprechweise folgen können«.

Es folgen nun Gegenbemerkungen von Moos, die sich namentlich gegen den Schlusssatz von Pollnow richten, da durch Annahme desselben nach der Ansicht von Moos sehr leicht eine Rechtsgefahr herbeigeführt werden könnte, wenn z. B. ein Führer, dessen Gehör nach obigem Grundsatze noch als ausreichend erachtet worden wäre, wegen seiner Schwerhörigkeit die beim Rangiren gegebenen Mundpfeifensignale nicht genau gehört und infolge dessen einen Zusammenstofs verschuldet hätte (ein Fall, der auf der Grofsherzogl. Badischen Staatsbahn im Jahre 1879 vorgekommen ist), und für diesen Fehler voll und ganz verantwortlich gemacht würde. Namentlich befürchtet Dr. Moos, dass bei Zugrundelegung des von Pollnow als zulässig anerkannten Grundsatzes gegebenen Falles die Eisenbahntechniker selbst sich die Entscheidung darüber zusprechen könnten, ob das Gehör eines Locomotivführers zur genauen Wahrnehmung aller akustischen Signale noch hinreichend fähig sei oder nicht, ohne das Urteil eines fachkundigen Arztes einzuholen und dieses einer etwaigen Entscheidung über das Mafs der Schuld zu Grunde zu legen, die den Locomotivführern wegen eines etwa stattgehabten, durch ihn herbeigeführten Unfalles treffen könnte. Dem von Dr. Pollnow aufgestellten Grundsatze, dass der Locomotivführer selbst die Pflicht habe, seiner vorgesetzten Behörde sofort davon Anzeige zu machen, wenn er sich infolge eines eingetretenen körperlichen Gebrechens, also z. B. bei Eintritt hochgradiger Schwerhörigkeit, in Ausübung seines Dienstes nicht mehr sicher fühle, hält Dr. Moos den Einwand entgegen, dass nach seinen Beobachtungen auch sehr gewissenhafte Personen sich in dieser Beziehung groben gefahrvollen Täuschungen hingeben können.

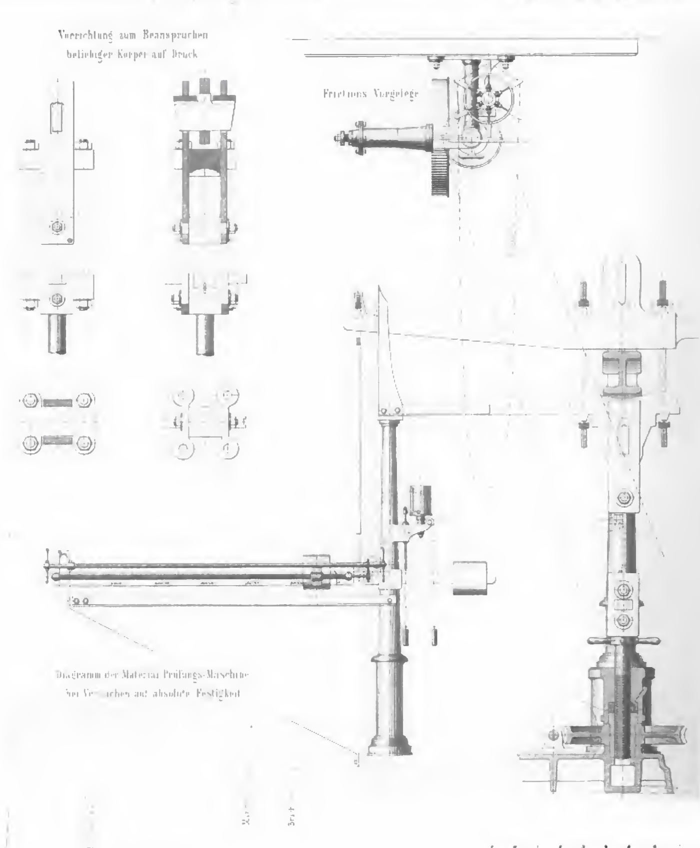
Die hier kurz dargelegten, zum Theil einander entgegenstehenden Ansichten der betr. Aerzte berühren so bedeutsame und in die Sorge für die thunlichste Sicherstellung des Eisenbahnbetriebes so tief einschneidende Fragen, dass eine präcise Stellungnahme der technischen Eisenbahnbehörden zu denselben in hohem Grade erwünscht erscheinen muss, wozu das Studium vorliegender Abhandlung die willkommene Gelegenheit bietet. Wir mafsen uns nicht an, dieser Stellungnahme vorzugreifen, können indes nicht unterlassen, der Bemerkung des Herrn Dr. Pollnow beizupflichten, dass die von Dr. Moos empfolene, periodisch zu wiederholende Untersuchung des Gehörs der Locomotivführer einen vollkommenen Schutz auch nicht bieten könne, sowie ferner, dass dem Beamten die volle Verantwortlichkeit für seine Diensttähigkeit nicht abgenommen werden darf.

Andererseits könnte gewiss in der von Dr. Moos befürworteten periodischen Untersuchung ein Mittel gefunden sein, die Aufmerksamkeit des Locomotivpersonals auf das Vorhandensein beregter Gebrechen zu erhöhen und insofern die hieraus etwa entspringenden Gefahren zu vermindern.

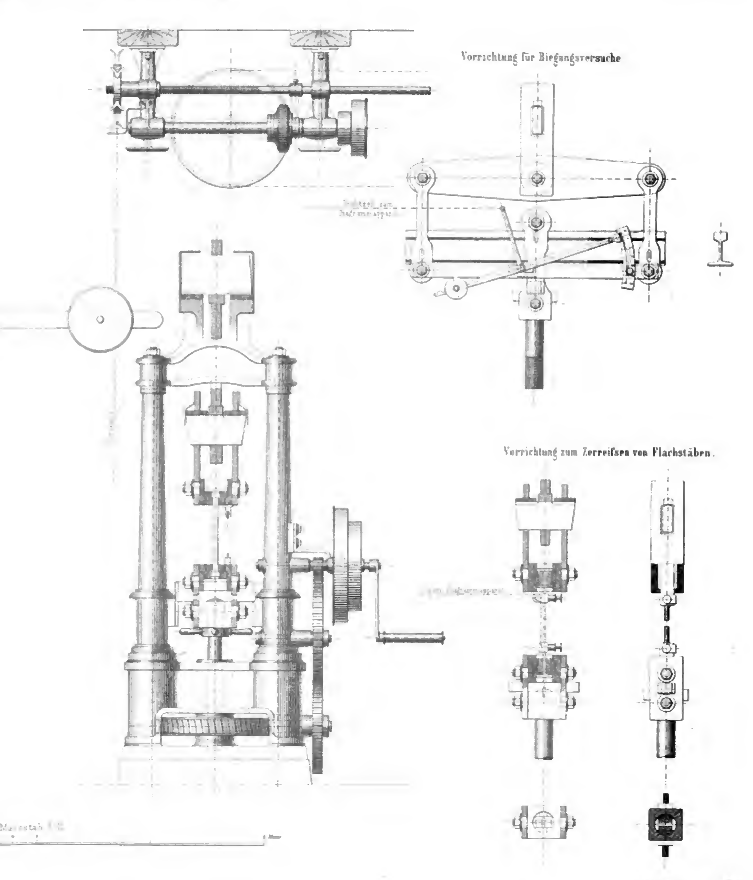
L. P.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 45/46.

Mohr & Federhaff.



Material-Prüfungsmaschine.



ZEITSCHRIFT

DES

VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1882. **Band XXVI. Heft 10.** **Octoberheft.**

Material-Prüfungsmaschine der Mannheimer Maschinenfabrik von Mohr & Federhaff in Mannheim.

(Mit Abbildungen auf Tafel XXXII.)

Bei der am 13. Juli stattgehabten Excursion des Mannheimer Bezirksvereines wurden in der Mannheimer Maschinenfabrik von Mohr & Federhaff Versuche mit einer Material-Prüfungsmaschine angestellt, deren Construction wir auf Tafel XXXII wiedergeben.

Die Maschine dient zur Vornahme von Versuchen auf absolute, rückwirkende und relative Festigkeit der verschiedensten Materialien. Sie besitzt eine Tragkraft von 50000^{kg}, ist äufserst einfach und compendiös aufgebaut und mit einem selbstthätigen Diagrammapparat ausgerüstet, welcher die allmähliche Belastung des Prüfungsstückes sowie die jeder Belastung entsprechende Dehnung bezw. Verkürzung in Form eines Diagrammes verzeichnet. Diese Diagramme sind nicht allein bei Vergleichung der Resultate von Versuchen mit gleichartigen Materialien äufserst bequem, sondern lassen auch alle Vorgänge während eines Versuches in ihrem ganzen Verlaufe verfolgen.

Der Apparat ist Hrn. Ingenieur Mohr, Theilhaber obiger Firma, patentirt und in vielen Exemplaren bereits ausgeführt worden.

Der Zug oder Druck wird in der Maschine durch eine starke Schraube erzeugt, welche von einer Transmission aus mit Hülfe eines Frictionsvorgeleges in Bewegung gesetzt wird. Durch das Vorgelege kann die Schraube sowohl rückwärts als vorwärts und mit beliebiger Geschwindigkeit bewegt werden, was zur Erlangung genauer und günstiger Versuchsresultate äufserst wichtig ist. Es wird solches durch einfaches Verschieben einer mit Leder garnirten Reibscheibe vor einer plangedrehten Riemenscheibe erzielt. Der ausgeübte Zug wird durch das Prüfungsstück auf einen Differentialhebel übertragen und durch eine Hängestange von der Laufgewichtswage aufgenommen. Der Zug von 50000^{kg} wird durch eine Verschiebung des Laufgewichtes von 1000^{mm} Spielraum ausgewogen, und zwar mit Hülfe des Nonius auf 10^{kg} genau.

Die Bewegung des Laufgewichtes geschieht durch eine Schraubenspindel, die durch ein Zahnrädchen angetrieben wird, dessen Zahneingriff genau in der Schneidelinie und in der Verlängerung der Mittelaxe des Wagebalkens sich befindet. Ein Einfluss auf das Wägungsresultat wird dadurch vollständig vermieden, umsomehr, als die Zahnrädchen nur 3^{mm} breit sind und gewölbte Zähne besitzen. Die Antriebswelle selbst liegt in festen Lagern längs des Wagebalkens und kann durch kleine Kurbeln von beiden Enden aus bedient werden. Es bedarf nur ganz geringer Uebung, um mit diesem Apparate während eines ganzen Versuches die Zungen der Wage im Einspielen zu erhalten.

Bei Versuchen auf absolute Festigkeit werden die Prüfungsstäbe mit kugelförmigen Büchsen oder bei Flachstäben mit Hülfe gezahnter Keile eingespannt. In beiden Fällen sind einseitige Anspannungen des Materials durch die Kugelform der Büchsen oder durch die Drehbarkeit der Spannköpfe um ihre Zapfen vermieden. Die gezahnten Keile sind in der Lage, durch cylindrische Beilagen jeden Winkel gegen einander zu bilden, so dass es möglich ist, Stäbe von ganz ungleichmäfsiger Dicke einspannen und prüfen zu können.

Bei Prüfung auf Biegungsfestigkeit werden die Prüfungsstücke in Gehänge einer starken Traverse gebracht, welche letztere selbst an dem Differentialhebel befestigt ist. Genau in der Mitte zwischen den beiden Auflagen des Prüfungsstabes in den Gehängen greift die Zugschraube an, um die Biegung zu erzeugen. Ein Fühlhebel mit langem Zeiger und Nonius lässt jeden Zehntel-Millimeter der Biegung genau und sehr deutlich erkennen.

Zur Prüfung auf rückwirkende Festigkeit werden die Einspannköpfe durch verlängerte Gehänge über einander statt unter einander gesetzt, wodurch sich dieselben beim Anziehen der Schraube nähern und das Prüfungsstück zerdrücken.

Der Diagrammapparat trägt auf einer kleinen Axe zwei Rollen von ungleichem Durchmesser, wovon die gröfsere durch eine Seidenschnur mit dem Laufgewichte der Wage verbunden ist, während die kleinere durch ihre Drehung mit Hülfe eines Stahlbandes eine Stange mit Finger und Bleistift auf und ab bewegt. Wird das Laufgewicht auf der Scala verschoben, so hebt sich der Bleistift im Verhältnisse des Durchmessers der beiden Rollen. Ein Cylinder, auf welchem das Papier befestigt wird, dreht sich um einen senkrechten Stift und hat an seinem unteren Ende eine Rinne, in welche sich ein dünnes Drahtseil legt, das mit dem Prüfungsstück in Verbindung steht. Ein Gewicht erhält es in geeigneter Spannung. Bei Versuchen auf absolute Festigkeit wird das freie Ende dieses Drahtseiles über ein Röllchen, das am oberen Einspannkopfe befestigt ist, geführt und mit dem unteren Einspannkopfe verbunden. Bei Flachstäben, die durch Zahnkeile eingespannt werden, ist das Röllchen am oberen Ende des Flachstabes selbst befestigt und wird das Drahtseil mit dem unteren Theile des Stabes durch geeignete elastische Klemmschrauben verbunden.

Die geringste Dehnung muss sich in beiden Fällen sofort durch Drehung des Papiercylinders bemerkbar machen. Zur Erlangung des richtigen Mafsstabes für das Diagramm werden auf das Papier eine senkrechte und eine wagerechte Nulllinie gezogen; darauf wird das Laufgewicht von 0 auf 10000^{kg} versetzt und eine zweite Horizontallinie verzeichnet. Der Abstand der beiden wagerechten Linien dient als Einheit für die Abmessungen der Belastung des Prüfungsstückes. Wird nun ferner das Seilchen des Papiercylinders um genau 30^{mm} angezogen und eine zweite senkrechte Linie gezeichnet, so bildet die Entfernung der beiden Senkrechten die Einheit des Diagramms für die Dehnung, Biegung u. s. w.

Zur Erleichterung dieser letzten Verrichtung ist an dem unteren Einspannkopfe ein Metallplättchen befestigt, welches in einer Entfernung von 30^{mm} zwei Anschläge trägt. Das

Seilchen besitzt an seinem Ende einen Anker in Form eines Kreuzes, welcher sich nun erst gegen den oberen, dann gegen den unteren der obigen Anschläge stützt und dadurch eine Bewegung von genau 30mm hervorbringt. Bei Biegungsversuchen wird das Ende des Cylinderdrahtseiles an dem Fühlhebel befestigt und durch Drehung dieses Hebels gegen das Prüfungsstück um 30mm die Mafseinheit für das Diagramm bestimmt.

Während der Anwesenheit des Vereines wurden Versuche auf absolute Festigkeit mit Rundstäben nach den Normalien des Verbandes deutscher Eisenbahnverwaltungen vorgenommen, ein Eisenstab von 80mm im Quadrat auf 30mm durchgebogen und wieder entlastet und endlich ein Würfel aus Buchenholz zerdrückt. Bei den beiden ersten Versuchen wurden Diagramme genommen, welche die Zustandsveränderungen des Materiales äufserst anschaulich zeigten und deshalb bei ihrem Entstehen und weiterem Verlaufe mit regem Interesse verfolgt wurden.

Hülfsmaschine für den Dampfer »Mediterraneo« zum Betriebe der Luft-, Kaltwasser- und Speisepumpen.

Von **W. Theis** in Palermo.

(Hierzu Tafel XXXIII.)

Die Einführung der Schraube als Treibapparat bedingte eine gröfsere Umdrehungszahl der Schiffsmaschinen, und infolge dieses Umstandes machte sich bisweilen das Bedürfnis geltend, die verschiedenen Pumpen mittelst einer eigenen Kraftmaschine zu treiben. Während die Hauptmaschine Dank der Elasticität des Dampfes grofse Geschwindigkeiten und bei angemessener Steuerung auch rasche Umsetzung der Bewegungsrichtung ohne Nachtheile ertragen kann, gilt nicht dasselbe für die Pumpen, hauptsächlich aber nicht für die Kaltwasserpumpen, welche ausschliefslich eine unelastische Flüssigkeit zu fördern haben. So lange die Pumpen durch die Hauptmaschine ihre Bewegung erhalten und gewissermafsen an dieselbe angehängt sind, ist es begreiflicherweise nicht möglich, für dieselben die geeignetste Form und die vortheilhaftesten Verhältnisse zu wählen. So sehr der Constructeur auch darauf bedacht sein mag, durch grofse Windkessel, Luftventile und weite, nach beträchtlichem Halbmesser gekrümmte Verbindungsröhren den Stöfsen zu begegnen, so sind dennoch Betriebsstörungen nicht selten. Es ist aber geradezu erstaunlich, welch bedeutenden Kraftverbrauch die Kaltwasserpumpen bisweilen aufweisen, deren nützliche Arbeit doch sehr geringfügig ist in Anbetracht des kleinen Unterschiedes zwischen dem Meeresspiegel und der Höhe des Ausflussrohres. Als Beleg hierfür sei angeführt, dass die Geschwindigkeit eines Dampfbootes unserer Gesellschaft von $10^1/_2$ auf $11^1/_2$ Knoten stieg, als ich die ungünstig gebaute Kaltwasserpumpe der Hauptmaschine entfernt und an deren Stelle eine unabhängige Pumpe gesetzt hatte.

Als Nachtheile eines von der Hauptmaschine getrennten Pumpensystems können angeführt werden: der Verlust an Raum und die erschwerte Maschinenwartung.

Der durch Zeichnung dargestellte Apparat lässt sofort erkennen, dass bei seinem Entwurfe mein Bestreben dahin gerichtet war, besagte Unzuträglichkeiten so weit als thunlich zu beseitigen. Ohne die einzelnen Theile der Maschine unzugänglich zu machen, ist der Mechanismus derart angeordnet, dass er möglichst geringen Raum einnimmt. Damit die Stabilität des Schiffes keine Einbufse erleide, ist der Apparat tief gestellt, kann aber durch die Maschinisten von oben geleitet werden, und zwar von demselben Standpunkt aus, von wo die Steuerung der Hauptmaschine stattfindet. An einem Punkte treffen zusammen: das Handrädchen des Absperrventils, der Hebel für die aufserdem automatisch wirkenden Reinigungsventile sowie die Ratsche für den Expansionsmechanismus, welch letzterer natürlicherweise nur für einen gegebenen Kesseldruck eingestellt zu werden braucht. Das Absperrventil ist derartig geformt, dass jede Umdrehung des Handrädchens die Durchgangsöffnung des Dampfes um gleich viel vermehrt. So wird der Gefahr vorgebeugt, dass beim Anlassen der Maschine, sobald die Trägheit der Massen überwunden ist, plötzlich eine übermäfsige und verderbliche Geschwindigkeit eintrete. Die Anzahl der Umdrehungen kann, ohne dass die Hülfsmaschine im geringsten einer besonderen Aufsicht bedürfte, auf 60 und mehr gebracht werden; doch genügen in der Regel deren 40, und die Bewegung aller Theile erfolgt in einem Falle wie im anderen still und gleichförmig.

Die Maschine hat folgende Hauptmafse:

Durchmesser der Dampfcylinder	460mm
» » Luftpumpen	500 »
Kolbenhub » »	500 »
Durchmesser der gekröpften Welle	140 »
Hub der Vertheilungsschieber	100 »
» » Expansionsschieber	80 »
Voreilung	9 »
Füllungsgrade von 25 bis 40 pCt. des Hubes.	
Schwungraddurchmesser	2500mm
Durchmesser der Plunger	110 »
Hub derselben	500 »

Als sehr zu schätzende Eigenschaft des unabhängigen Pumpensystems muss noch erwähnt werden, dass dasselbe ermöglicht, vor der Ingangsetzung der Hauptmaschine Leere im Condensator zu erzeugen. Hierdurch gewinnt ein Schiff wesentlich an Manövrirfähigkeit während seiner Bewegungen im Hafen, also zur Zeit, wo dieselbe am nützlichsten erscheint.

Seitdem die überaus rasch laufenden Maschinen der Torpedoboote, die 300, ja 400 und mehr Undrehungen in der Minute machen, nunmehr auch in der englischen und italienischen Kriegsflotte Eingang bei Kreuzern und Avisos gefunden haben, ist die Trennung der Pumpen von der Treibmaschine, welche manchmal vortheilhaft erschien, in besagten Fällen eine Nothwendigkeit geworden.

Der Bergbau auf der Pariser Elektricitäts-Ausstellung.

Von **W. Schulz.**

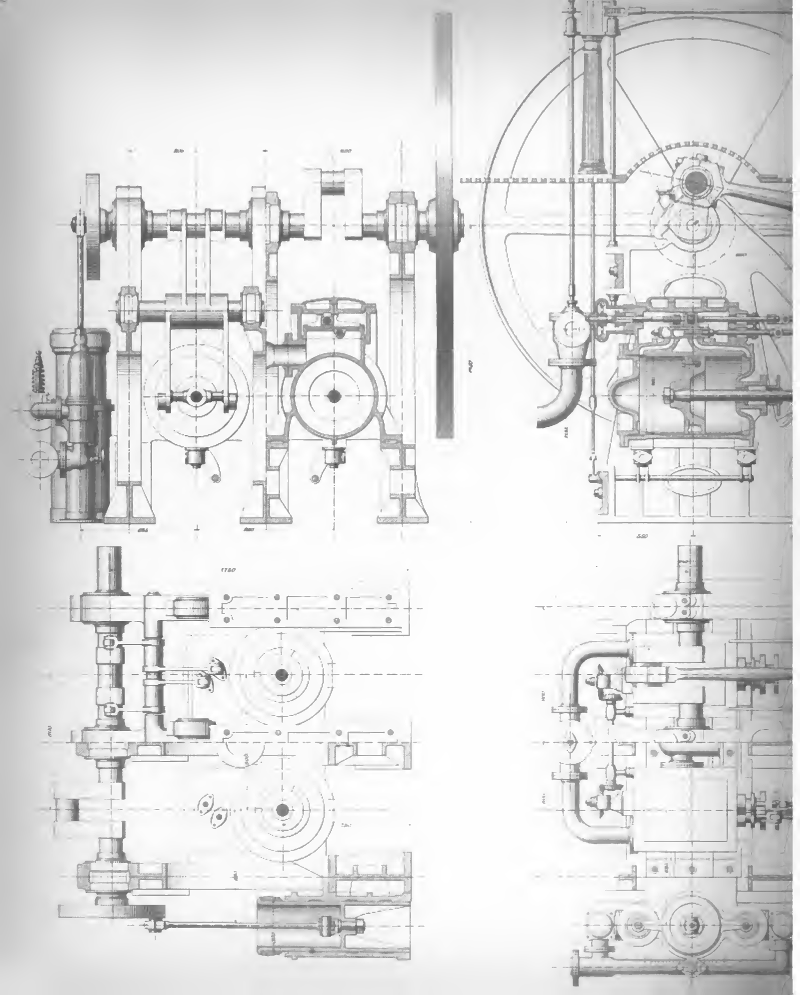
(Vortrag, gehalten im Aachener Bezirksverein.)

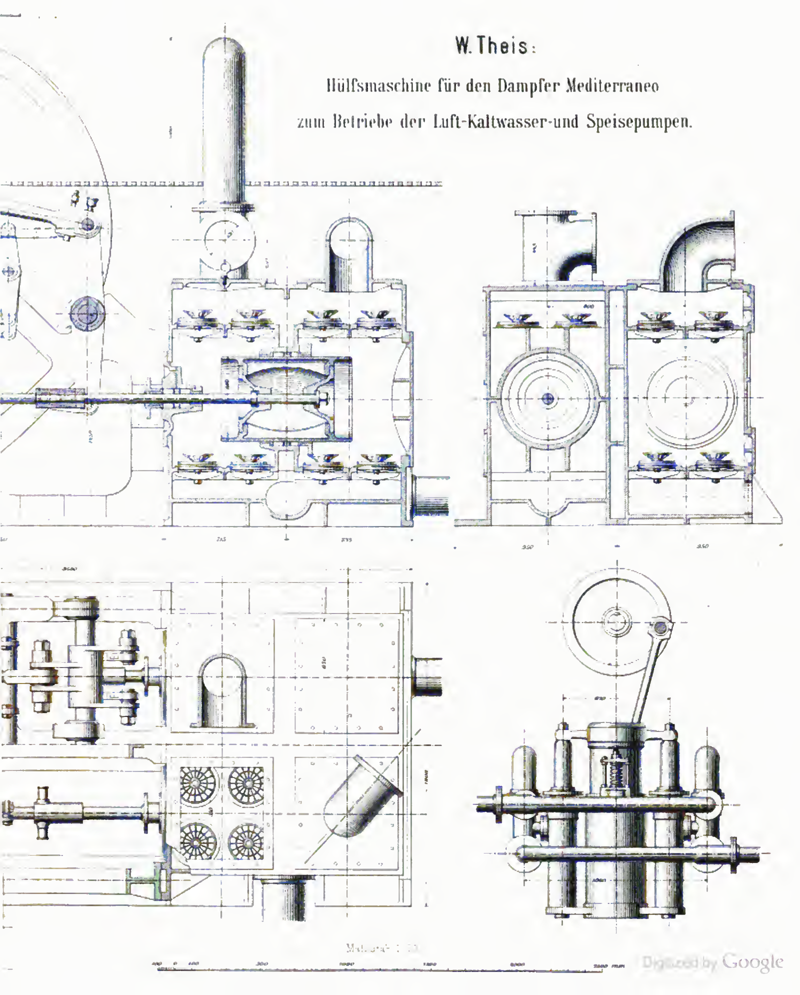
(Fortsetzung und Schluss von S. 492.)

Die zur Kategorie b) der ersten Gruppe gehörigen Warnungsapparate hatte allein der bereits genannte belgische Bergingenieur Somzée ausgestellt.

Ein Bedürfnis zu solchen Apparaten dürfte kaum noch vorliegen, nachdem es gelungen ist, durch Verbesserung der Sicherheitslampe mit derselben bereits einen Gehalt von $^1/_2$ pCt. Grubengas in den Wettern nachzuweisen. Es sei hier nur an die von Mallard und Le Chatelier erfundene, von Cosset-Dubrulle in Lille angefertigte Indicatorlampe und an die vom Bergmeister Pieler in Morsbach bei Aachen construirte Sicherheitslampe mit Spiritusbrenner erinnert.

Auf die Ausstellung von Somzée soll daher hier auch nur ganz kurz eingegangen werden. Sie umfasste vier Arten von Warnungsapparaten:



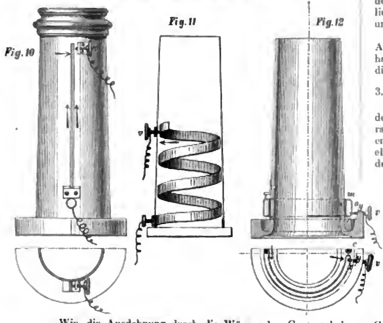

W. Theis:
Hülfsmaschine für den Dampfer Mediterraneo
zum Betriebe der Luft-Kaltwasser-und Speisepumpen.

1. Sicherheitslampen mit elektrischem Läutwerke,
2. Apparate, die auf der Osmose der Gase beruhen, ebenfalls mit elektrischem Läutwerke,
3. Elektro-chemische Apparate mit Telephon,
4. Sicherheitslampen mit sogenannten singenden Flammen und Telephon.

1. Sicherheitslampen mit elektrischem Läutwerke.

Diese Lampen sollen das Vorhandensein von Schlagwettern früher anzeigen als die gewöhnlichen Sicherheitslampen. Ihre Wirksamkeit beruht darauf, dass die Temperatur der Flamme bereits bei Gegenwart geringer Mengen von Grubengas sich erhöht. Es sind nun an gewissen Stellen der Lampen metallische Körper besonderer Construction angebracht, die sich schon infolge geringer Temperaturerhöhungen ausdehnen und dadurch einen elektrischen Strom schliefsen, welcher das Läutwerk in Gang setzt. Als Ausdehnungskörper benutzt der Erfinder entweder Stäbe oder Spiralen oder Röhren von ovalem Querschnitte, die aus Blechen von zwei durch Zinn aneinander gelötheten Metallen von ungleichen Ausdehnungscoëfficienten hergestellt sind. Als Metalle kommen Stahl und Zink in Anwendung. Der Ausdehnungscoëfficient des Stahles ist 0,00001079, der des Zinks 0,000003331. Diese Differenz genügt, um schon bei geringen Temperaturerhöhungen benutzbare Formveränderungen hervorzurufen. Die Art der Befestigung der verschiedenartig gestalteten Bleche ist in den Figuren 10, 11 und 12 angegeben.

Diese Ausdehnungskörper werden bei den vom Erfinder ausschliefslich angewandten Müseler'schen Lampen zwischen dem äufseren Drahtnetz und dem Schornstein angebracht, und zwar findet noch eine Isolirung gegen den Schornstein statt, indem über diesen ein Cylinder aus Draht oder Glas geschoben wird, so dass der Ausdehnungskörper sich in dem ringförmigen Raume zwischen dem äufseren Drahtcylinder und dem inneren, über den Schornstein gestülpten Draht- oder Glascylinder befindet. Nach Angaben des Ausstellers soll übrigens diese Isolirung nicht durchaus nöthig sein.



Wie die Ausdehnung durch die Wärme den Contact bei den stab- und spiralförmigen Ausdehnungskörpern bewirkt, ist ohne weiteres aus den Figuren 10 und 11 ersichtlich. In der in Fig. 12 skizzirten Anordnung ist der Ausdehnungskörper eine Röhre von flach-ovalem Querschnitte, das Stahlblech nimmt vom Querschnitte den Umfang *mor*, das Zinkblech den Umfang *mnr* ein. Das Ende *c* der Röhre ist eingeklemmt, das Ende *x* frei beweglich und wird sich dasselbe bei höherer Erwärmung der Röhre nach aufsen, also nach *y* zu, bewegen und in Contact mit der Schraube *v* kommen, wodurch der elektrische Strom geschlossen wird.

In allen drei Anwendungen der Ausdehnungskörper ist durch die Schraube *v* das Mittel gegeben, den Läutapparat nur bei einem ganz bestimmten Gehalte der Wetter an Grubengas in Thätigkeit treten zu lassen, jede Lampe muss also besonders in künstlich hergestellten Gemischen von Luft und Grubengas tarirt werden.

Das Läutwerk mit dem galvanischen Elemente befindet sich bei den tragbaren Lampen im unteren Theile derselben unter dem Oelbehälter; bei feststehenden Lampen wird man das Läutwerk dort aufstellen, wo sich die Aufsichtsbeamten aufhalten; wo in diesem Falle die Batterie steht, ist gleichgültig. Es können selbstredend verschiedene feststehende Lampen in denselben Strom eingeschaltet werden. Nach Angaben des Erfinders sollen diese Indicatorlampen sehr gut wirksam sein. Trotzdem nun aber alle Contactflächen aus Platin bestehen, werden dieselben doch wohl bald ihre Leitungsfähigkeit verlieren durch darauf sich ablagernden Staub und Schmutz; eine öftere Reinigung dieser Flächen dürfte also unerlässlich sein. Die möglicherweise eintretende Entzündung der Schlagwetter durch den an den Contactflächen überspringenden Funken wird übrigens dadurch unschädlich gemacht, dass diese Contactflächen durch das äufsere Drahtnetz der Müseler'schen Lampe geschützt sind. Ferner erlischt ja bekanntlich die Müseler'sche Lampe, wenn der Gehalt an Grubengas in den Wettern 7 pCt. erreicht. Nichtsdestoweniger muss aber vor dem Gebrauch feststehender Indicatorlampen des Systems Somzée gewarnt werden aus denselben Gründen, welche überhaupt die Anwendung solcher Sicherheitslampen an unbelegten Orten unzulässig erscheinen lassen.

2. Apparate, welche auf der Osmose der Gase beruhen.

Diese Warnungsapparate nutzen die Diffusion des Grubengases und der Luft in derselben Weise aus, wie die allbekannten Ansell'schen Wetterindicatoren, und setzen ein elektrisches Läutwerk genau so in Gang wie diese. Die Apparate Somzée's haben auch dieselben Mängel, die allen den auf Osmose beruhenden Wetterindicatoren anhaften, nämlich zu grofse, praktisch gar nicht ausnutzbare Empfindlichkeit und Unzuverlässigkeit bei Gegenwart von Kohlensäure.

Diese Mängel sind auch der Grund, weshalb sich die Ansell'schen und denen ähnlich wirkende Indicatoren nicht haben Eingang verschaffen können; dasselbe Schicksal werden die Somzée'schen Apparate theilen.

3. Elektro-chemische Indicatoren mit Telephon.

Von denselben waren nur Zeichnungen ausgestellt. Nach der vom Erfinder gegebenen Beschreibung soll in diesen Apparaten die Wirkung von Explosionen ausgenutzt werden, die entstehen, wenn Gemische von Chlor- und Grubengas durch elektrisches Licht beleuchtet werden, und zwar sollen die durch die Explosionen hervorgerufenen Erschütterungen auf Telephone bezw. Mikrophone übertragen und durch dieselben in den Arbeitszimmern der Aufsichtsbeamten wahrnehmbar gemacht werden.

Es waren drei Typen von Apparaten durch Zeichnungen erläutert. Allen liegt der Gedanke zu Grunde, in einem durch eine gläserne Hohlkugel abgeschlossenen Raume, in dessen Mitte das elektrische Licht eines Volta'schen Bogens brennt, in bestimmten Zeitintervallen Gemische von Chlor mit Grubenwettern zu beleuchten. Diese Gemische werden entweder in der gedachten Hohlkugel erzeugt oder in einem besonderen verdunkelten Gefäfse, das mit der Hohlkugel in Verbindung steht. Ferner ist für die Fortschaffung dieser Gemische und Explosionsproducte aus der Hohlkugel durch geeignete Vorrichtungen gesorgt.

Enthalten nun die Gemische von Chlor und Grubenwettern Grubengas, so werden in der Hohlkugel unter Einwirkung des elektrischen Lichtes Explosionen entstehen, deren Stärke von dem Grubengasgehalte abhängt; das durch die Explosionen entstehende, mehr oder weniger starke Geräusch wird von dem mit dem Explosionsraume in Verbindung stehenden Telephon bezw. Mikrophon aufgenommen und weiter zu demjenigen Telephon geleitet, an welchem die Beobachtungen erfolgen. Obgleich der Erfinder behauptet, dass es

ihm möglich gewesen sei, mit Hülfe dieser Apparate verhältnismäfsig geringe Grubengasmengen zu erkennen, so wird doch wohl Niemandem einfallen, diesen geistreichen Spielereien irgend welche praktische Bedeutung beizulegen und deshalb soll auch hier nicht näher auf dieselben eingegangen werden.

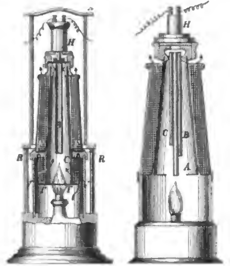
4. Sicherheitslampen mit singender Flamme und Fortleitung der Töne durch Telephone.

Hält man über eine Flamme oder über einen erhitzten Gegenstand eine Röhre von bestimmten Dimensionen, so entstehen Töne. Somzée hat nun Lampen ausgestellt, in denen eine oder mehrere solcher Röhren angebracht waren.

In Fig. 13 ist eine solche Lampe mit einer Röhre abgebildet. Die Lampe ist eine etwas grofse Müseler'sche Sicherheitslampe, die noch mit einem Drahtnetz T versehen ist, das in einiger Höhe über der Flamme horizontal ausgespannt, nahe den Wandungen des Glascylinders V aber mehrfach auf und niedergebogen und an dem Ringe R befestigt ist, welcher den Glascylinder V oben einfasst. F ist das horizontale Drahtnetz, welches bei der Müseler'schen Lampe bekanntlich den Verbrennungsraum nach oben hin begrenzt. Im Innern des sogen. Blechschornsteins C ist die Röhre A angebracht, oben wird der Schornstein durch das Telephon H abgeschlossen.

In reinen Wettern bleibt die richtig eingestellte Flamme der Lampe nun unter dem horizontalen Theile des Drahtnetzes T, in Schlagwettern dagegen soll dieselbe durch dieses Drahtnetz durchschlagen und nun das Tönen der Röhre A veranlassen.

Fig. 13 Fig. 14



Die Lampe mit drei Röhren ist in Fig. 14 abgebildet. Bei dieser ist der bedeutend weitere Schornstein C unten offen, die drei Röhren sind so hoch über dem Docht angebracht, dass die richtig regulirte Flamme in reinen Wettern keine zum Tönen bringt. Beim Auftreten geringer Mengen von Grubengas wird sich die Flamme um etwas verlängern und in der längsten Röhre A einen Ton von bestimmter Höhe erzeugen, der durch das Telephon H zur Beobachtungsstation fortgeleitet wird. Bei Zunahme des Gehaltes an Grubengas soll nun ferner die Röhre B, endlich auch die Röhre C zum Tönen kommen, bis bei etwa 7 pCt. Grubengas in den Wettern die Lampe erlischt. Ob übrigens wirklich die Röhren B und C ins Tönen kommen, da sie nicht in der Axe der Flamme liegen, muss bezweifelt werden. Eine praktische Bedeutung für den Gebrauch in der Grube werden diese Lampen, selbst die Richtigkeit der Behauptungen des Erfinders über die Lampe mit drei Röhren vorausgesetzt, nie erlangen, wohl aber kann die ihnen zu Grunde liegende Idee vielleicht ausgenutzt werden für Indicatoren, die über Tage aufgestellt sind, um die Kenntnis von der Beschaffenheit der Wetter im ausziehenden Hauptwetterstrome bequem auf dem Laufenden zu erhalten. Mit diesen Lampen wäre die Aufzählung der zur ersten Gruppe gehörigen Apparate erledigt.

Von Apparaten der zweiten Gruppe war nur ein einziger ausgestellt von dem Franzosen E. Delaurier. Dieser dem Bergbau jedenfalls sehr fern stehende Erfinder will die Schlagwetter in den Gruben dadurch unschädlich machen, dass er durch alle Strecken Leitungen legt, die in kurzen Abständen von einander unterbrochen sind, so dass fortwährend elektrische Funken überspringen können, welche bei dieser Gelegenheit etwa vorhandene Gemische von Luft und Grubengas zur Verpuffung bringen sollen. Diese kurze Mittheilung dürfte genügen, den Vortragenden zu entschuldigen, wenn er nicht weiter auf eine Beschreibung des abenteuerlichen Apparates eingeht.

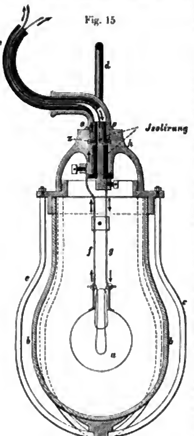
Die dritte Gruppe war durch einen schön gearbeiteten Apparat der Firma Hardy, Hayet et Lignereux successeurs vertreten. Er besteht aus einem etwas über 1^{m} langen, horizontalen, hölzernen Arm, der an einer senkrecht stehenden, starken, eisernen Stange befestigt ist, die durch ein Uhrwerk in Umdrehung gesetzt werden kann. Der Arm dient zur Aufstellung des zu tarirenden Anemometers und ist so eingerichtet, dass letzteres in Entfernungen von 10, 20, 30, 40 .... und 100^{cm} vom Mittelpunkte der rotirenden eisernen Stange befestigt werden kann. An jedem dieser zehn Befestigungspunkte sind zwei metallische Leiter angebracht, die durch Drähte mit einem galvanischen Elemente und einem elektrischen Schlagapparate in Verbindung gesetzt werden können. Das zu tarirende Anemometer wird nun so montirt, dass der Strom von dem einen Leiter durch dasselbe hindurchgeht bis zu einem kleinen Stift aus Platin, der gerade dort angebracht ist, wo an dem ersten Rädchen des Zählwerkes des Anemometers die Zahl 100 steht. Dieser Stift kann in Contact kommen mit einer Feder, die das Ende des anderen Leiters an der Fixirungsstelle des Anemometers auf dem Brette bildet, und zwar schleift im Augenblicke des Contactes der Platinstift am Zählwerksrädchen des Anemometers einfach gegen diese Feder, die so gestellt ist, dass dieses Schleifen ohne Reibung vor sich geht und nur einen Augenblick dauert. Die ganze Einrichtung ist so getroffen, dass der Contact zwischen Stift und Feder immer in dem Moment eintritt, wenn das Flügelrad des Anemometers 100 Umdrehungen gemacht hat, und zwar wiederholt sich der Contact nach jeden 100 Umdrehungen des Flügelrades. Im Augenblicke des Contactes ertönt nun das elektrische Signal. Der Beobachter hat während des Rotirens des Armes mit dem Anemometer nichts weiter zu thun, als an der Hand einer Uhr die Signale des Schlagwerkes zu zählen und ermittelt so direct die Umdrehungszahlen des Flügelrades.

Da durch den Abstand des Anemometers von der Drehaxe ferner die relative Geschwindigkeit des Luftstromes gegeben ist, welcher das Flügelrad in Bewegung setzt, so sind alle Daten gegeben, um die Formel für das zu tarirende Anemometer aufstellen zu können. Vorausgesetzt ist natürlich, dass der Arm, welcher das Anemometer trägt, mit gleichförmiger Geschwindigkeit herumgeführt wird. Diese Voraussetzung soll, nach Angaben der Aussteller, das Uhrwerk, welches die verticale eiserne Stange und mit dieser das Brett dreht, erfüllen. Das Uhrwerk wird auf einfache Weise durch ein niedersinkendes Gewicht in Gang gesetzt; um ein langsames, möglichst gleichförmiges Niedersinken desselben zu erzielen, ist ein Regulator angebracht, der ähnlich einem Windfange wirkt. Er besteht aus einem Flügelrad eigentümlicher Construction, dessen Flügel, zwei an der Zahl, beweglich sind und sich beim Gange des Uhrwerkes schirmartig aufspannen. Ob die Wirkung dieses Regulators in der That eine so vorzügliche ist, wie die Aussteller rühmen, muss dahingestellt bleiben; zur Beurteilung wäre vor allem eine gute Zeichnung desselben erforderlich, die nicht erhalten werden konnte und ohne welche auch eine nähere Beschreibung nicht verständlich ist. Was nun die Brauchbarkeit des in Rede stehenden Apparates anlangt, so leidet derselbe zunächst an dem Mangel, der bekanntlich allen ähnlichen Apparaten anhaftet, nämlich, dass die mit ihm tarirten Anemometer zu grofse Wettergeschwindigkeit angeben. Ferner würde es zweckmäfsig sein, wenn der Arm, welcher das Anemometer trägt, länger wäre als 1^{m}, erstens, um gröfsere Geschwindigkeiten zur Tarirung benutzen zu können als diejenigen, welche einer Armlänge von 10^{cm} bis 1^{m} entsprechen, dann aber zweitens, um zu vermeiden,

dass das Anemometer durch noch nicht zur Ruhe gekommene Luft bewegt werde. Endlich ist die ganze Einrichtung des Apparates eine solche, dass er nur für Anemometer benutzbar ist, die, wie das von Combes, einen freiliegenden Tourenzähler haben, der nur aus wenigen Rädern besteht und vor jeder Benutzung wieder auf 0 eingestellt werden kann. Das Freiliegen des Räderwerkes besonders ist wesentliches Erfordernis, um auf demjenigen Rade oder der Welle desselben, welches die Umdrehungen von 1 bis 100 angiebt, den Stift zum Contacte mit der oben erwähnten Feder anbringen zu können. Für die bei uns in den Gruben am häufigsten angewandten Anemometer mit verdeckt liegendem Räderwerk des Tourenzählers würde es mithin seine Schwierigkeiten haben, den Apparat nutzbar zu machen, der gerade wegen der elektrischen Signalvorrichtung große Vorzüge vor anderen ähnlich construirten Apparaten hat.

B. Apparate zur Beleuchtung der Grubenräume.

Dass die Beleuchtung in den Gruben bereits mehrfach durch elektrisches Licht, sei es durch Glühlicht oder durch das Licht des Volta'schen Bogens geschieht, ist bekannt. Die Vortheile, welche in einer guten Beleuchtung der unterirdischen Arbeitsstätte liegen, sind eben zu sehr in die Augen springend, als dass man sich des elektrischen Lichtes noch nicht bemächtigt hätte. Hat man die große Zahl ausgezeichneter elektrischer Lampen gesehen, die in Paris ausgestellt waren, so kann man die Ueberzeugung nicht zurückdrängen, dass dort, wo nicht Rücksichten auf Schlagwetter zu nehmen sind, die Benutzung des elektrischen Lichtes bei gewissen Grubenbetrieben sich bald einbürgern wird, besonders da es auf den meisten Zechen nicht an Betriebskraft für die zur Erzeugung der elektrischen Ströme erforderlichen Maschinen fehlt. Anders liegen die Verhältnisse für die Gruben, in denen Schlagwetter auftreten. Für diese ist nicht die Aufgabe zu lösen, elektrische Beleuchtung zu schaffen, sondern überhaupt eine gänzlich gefahrlose Beleuchtung. Die Ausstellung zeigte, dass sich mit Lösung dieser Aufgabe hervorragende Elektriker beschäftigt haben. Der Besucher wurde durch eine erhebliche Zahl elektrischer Grubenlampen, welche die Sicherheitslampe des Bergmanns ersetzen sollen, überrascht. Selbstredend kann zu solchen elektrischen Sicherheitslampen nur Glühlicht verwendet werden; bei der Construction derselben kam es in erster Linie darauf an, den eigentlichen Brenner der Lampe, d. h. den luftleeren Glasbehälter mit dem Kohlenbogen, zu schützen. Bei den von Swan und Edison ausgestellten Grubenlampen geschieht dies durch eine Glocke aus starkem Glase, in welcher der Brenner aufgehängt ist. Die Glocke selbst schützen die starken Metallstäbe eines korbartigen Behälters, der dieselbe umgiebt.



In Fig. 15 ist die Swan'sche Grubenlampe in $1/2$ d.w.Gr. abgebildet. *a* ist der Brenner, *b* die gläserne Schutzglocke, *cc* die Stäbe des Gestells der Lampe, *d* ein Ring zum Tragen derselben, *e* das Kabel mit den Leitungsdrähten, *f* und *g* sind zwei starke Drähte aus Messing, welche den Brenner tragen und mittelst Schrauben an der aus Messing bestehenden abschraubbaren Haube *h* befestigt sind, die den Abschluss der Glocke *b* bildet.

Die Richtung des elektrischen Stromes, welcher den Kohlenbogen im Brenner *a* zum Glühen bringt, ist durch Pfeile angegeben. Das Gewicht der Lampe beträgt 730^{g}. Es lässt sich nicht leugnen, dass bei einer Zertrümmerung der brennenden Lampe in Schlagwettern diese sich werden entzünden können, ein Gebrauch dieser Lampe in Schlagwettern ist daher nicht anzurathen. Es liegt nun der Gedanke nahe, dass die Folgen einer Zertrümmerung dieser Lampe dadurch ungefährlich gemacht werden können, wenn man den Brenner unter Wasser setzt; dies dürfte wohl am einfachsten in der Weise zu bewerkstelligen sein, dass man den Raum zwischen dem Brenner *a* und den Wandungen der Glocke *b* mit Wasser anfüllt. Natürlich müssten die Drähte *f* und *g* isolirt werden, wie auch die Verbindung derselben mit den Drähten des Kabels. Dass der Brenner, ohne zu zerspringen, unter Wasser glühen kann, war in der Edison'schen Specialausstellung zu sehen und sollte damit jedenfalls die Ausführbarkeit eines Wasserschutzes in den elektrischen Grubenlampen angedeutet werden. Die elektrische Lampe mit Wasserschutz kann nun wohl als gänzlich gefahrlos angesehen werden und dürfte ihre Einführung als stationärer Beleuchtungsapparat in Gruben mit Schlagwettern nur noch eine Frage der Zeit sein.

Man hört nun häufig noch Bedenken äußern über Gefahren infolge von Funkenbildungen, die beim Reißen der Leitungen und Stromunterbrechungen an den Lampen eintreten könnten. Solche Gefahren sind bei genügender Vorsicht nicht zu befürchten. Man construirt jetzt so haltbare Leitungskabel, dass bei sachgemäßer Legung derselben ein Reißen völlig ausgeschlossen sein dürfte; ferner hat man so ausgezeichnete Vorrichtungen zum Schließen und Oeffnen der Ströme construirt, dass die hierbei entstehenden Funken niemals auf die Grubenwetter einwirken können. So wird z. B. bei der in Fig. 15 abgebildeten Lampe der Strom einfach dadurch unterbrochen, dass man den oberen Theil *o* der messingnen Haube *h* um eine oder zwei Windungen zurückschraubt, wodurch der Strom unterbrochen wird und zwar an der völlig geschützt liegenden Stelle *z*. (Vgl. über andere Stromschlüsse die Abbildungen im Engineer, Bd. 52, S. 156.)

Was endlich die Zweigleitungen anlangt, so sind die durch Unterbrechung derselben entstehenden Funken, welche von Strömen dynamo-elektrischer Maschinen herrühren, wohl kaum im Stande, explosible Gemische von Luft und Grubengas zu entzünden. Diese Funken sind eben nicht kräftig genug, weil die Ströme in solchen Zweigleitungen verhältnismäßig schwach sind. Jedenfalls hat man es völlig in der Gewalt, die Anlage so zu machen, dass die Zweigströme für die einzelnen Lampen eine gewisse Stärke nicht überschreiten, und werden deshalb beim Zerreißen derselben nur schwache Funken entstehen.

Um die Ungefährlichkeit der Funken von Zweigleitungen erproben zu können, stellte Hr. Professor Wüllner in liebenswürdigster Weise dem Vortragenden eine dynamo-elektrische Maschine zur Verfügung, welche durch eine Gaskraftmaschine von 4 Pferdekräften betrieben wird. Es wurde nun folgender Versuch angestellt:

In den Strom dieser Maschine wurde eine elektrische Lampe mit Volta'schem Bogen eingeschaltet und vier Ströme abgezweigt, deren jeder eine Swan'sche Glühlichtlampe speiste. Der Draht einer dieser Zweigleitungen ging durch eine Glasröhre von etwa 2^{cm} Durchmesser, die mit Gemischen von Luft und Leuchtgas gefüllt wurde. Beim Unterbrechen der Leitung in der Röhre zeigten sich nur sehr schwache Funken, eine Entzündung des Gasgemisches trat auch bei zahlreichen Wiederholungen des Experimentes nicht ein.

Die elektrische Lampe mit Wasserschutz wird in dringenden Fällen auch als tragbare Lampe verwendet werden können, wenngleich das Nachschleppen des Kabels unbequem ist.

Die elektrische Beleuchtung in Gruben, in denen Schlagwetter auftreten, dürfte indessen erst dann als völlig gelöst zu betrachten sein, wenn man gute, tragbare Elektricitäts-

quellen construirt haben wird. Auf der Ausstellung waren bereits Apparate vorgeführt, welche diese Aufgaben lösen sollen. Es sind dies die sogenannten secundären Elemente von Gaston, Planté und Faure. Dem erstgenannten gebührt zunächst das Verdienst, nicht nur wirklich gute secundäre Elemente mit anhaltender, erheblicher Stromstärke construirt zu haben, sondern dieselben, in Gemeinschaft mit Swan, auch für die elektrische Beleuchtung in der Grube nutzbar zu machen. Für die ausgestellten elektrischen Grubenlampen von Swan und Edison ist allerdings der Strom eines bequem tragbaren Planté'schen Elementes nicht stark genug, um das Glühlicht in denselben hervorzurufen, da die zu diesen Lampen verwendeten Kohlenbogen einen zu grofsen Widerstand bieten. Dagegen hat Planté dem Vortragenden mitgetheilt, dass es Swan gelungen sei, in einer neuen Construction der Lampe diesen Widerstand so zu verringern, dass es mit einem seiner Elemente gelingt, auf die Dauer von 1 bis 2 Stunden helles Licht zu erzeugen. Dies würde für gewisse Zwecke vollständig genügen, und darf man gespannt darauf sein, ob diese Entdeckung von den Erfindern bald wird der Oeffentlichkeit übergeben werden.

Die Sicherheitslampen gewöhnlichen Systems waren übrigens auch auf der Ausstellung vertreten, und zwar eines eigentümlichen magnetischen Verschlusses wegen, der von Dr. Schondorf erfunden ist. Da dieser Verschluss bereits wiederholt beschrieben und abgebildet worden ist, zuerst vom Erfinder selbst in der elektrotechnischen Zeitschrift Band II, S. 241 ff., so dürfte die Verschlussvorrichtung schon allgemeiner bekannt sein und ein näheres Eingehen auf dieselbe an dieser Stelle nicht erforderlich erscheinen. Die Brauchbarkeit und Zweckmäfsigkeit der magnetischen Verschlüsse nach dem System Schondorf ist nicht zu bezweifeln, und muss es eigentlich befremden, dass dieselben noch nicht weitere Verbreitung in Deutschland gefunden haben.

Uebrigens sind magnetische Verschlüsse von Sicherheitslampen bereits vor 10 oder 11 Jahren in Frankreich erfunden worden, und zwar vom Ingenieur Villiers, dem in weiteren Kreisen bekannten Director der Société des houillères de St. Etienne, und ist auf den bedeutenden Gruben dieser Gesellschaft das Villiers'sche Verschlussystem eingeführt[1]). Auch in England sind magnetische Verschlussarten von Sicherheitslampen bekannt.[2])

C. Apparate zur Erleichterung der bergmännischen Gewinnungsarbeiten.

Das gleichzeitige Wegthun einer gröfseren Anzahl von Sprengschüssen bietet bekanntlich in vielen Fällen sehr erhebliche Vortheile dar, dieses Verfahren konnte sich aber erst allgemeiner verbreiten nach der Erfindung zweckmäfsiger elektrischer Zündungsmethoden. Zur sicheren Zündung mehrerer Schüsse sind, abgesehen von richtig angelegten Leitungen, vor allen Dingen gute, den Einflüssen der Grube trotzende Zündmaschinen und sichere Zünder erforderlich.

Die grofse Zahl der ausgestellten Zündmaschinen bewies, dass eine »beste« Construction noch nicht erfunden ist. Vorgeführt waren die Systeme Bornhardt, Abegg, Breguet, Siemens und Bürgin; in den Maschinen von Bornhardt und Abegg wird Reibungselektricität erzeugt, die Maschine Breguet bringt Inductionsströme hervor. Die Constructionen dieser drei Zündmaschinen wie auch die der Siemens'schen dynamo-elektrischen Zündmaschine sind zu bekannt, als dass hier darauf einzugehen wäre. Die von Emil Bürgin in Basel ausgestellte dynamo-elektrische Zündmaschine bot ein besonderes Interesse deswegen, weil sie bei sehr compendiöser Construction — sie wird ungefähr $0{,}09^{cbm}$ Raum einnehmen — angeblich noch auf 7^{km} Entfernung genügend starke Ströme geben soll, um eine gröfsere Anzahl von Schüssen entzünden zu können. Ueber die Construction der Maschine, die in einem wohlverschlossenen Holzkasten ausgestellt war, aus dem nur die Leitungsanschlüsse herausragten, konnte nichts ermittelt werden. Der Preis beträgt 600 Frcs., und soll die Maschine nach Angaben des Kataloges bei der schweizerischen Armee eingeführt sein.

Die ausgestellten zahlreichen Zündkapseln boten, so weit darüber nach erläuternden Zeichnungen überhaupt ein Urteil gefällt werden konnte, nichts neues, ebensowenig die Leitungskabel.

Von höchstem Interesse für den Bergingenieur waren nun diejenigen Ausstellungsobjecte, welche die Anwendbarkeit der elektrischen Kraftübertragung für bergmännische Arbeitsmaschinen vorführen sollten. Der Katalog wies als ausgestellt nach zwei Gesteinsbohrmaschinen und eine Schrämmaschine. Letztere, als deren Aussteller A. Piat in Paris bezeichnet war, konnte der Vortragende nicht auffinden, und ist es anderen Besuchern der Ausstellung ebenso ergangen. Von den Bohrmaschinen befand sich die eine in der deutschen, die andere in der französischen Abtheilung. Erstere hatten Siemens & Halske in Berlin ausgestellt. Diese Bohrmaschine ist leider nicht zum praktischen Gebrauch in Gruben geeignet, da sie zu wenig compendiös und das Gestell derselben unzweckmäfsig ist. Sie wirkt stofsend und bietet in der Anordnung der arbeitenden Theile eine gewisse Aehnlichkeit mit der Handbohrmaschine von Faber. Die Hebedaumen, welche die Bohrstange zurückziehen, werden durch die Welle einer dynamo-elektrischen Maschine in Rotation gesetzt. Dass die Uebertragung der gegebenen rotirenden Bewegung der Kraftmaschine in eine stofsende des Bohrers wegen der nicht zu vermeidenden Arbeitsverluste bei der Umsetzung der einen Bewegungsart in die andere nicht vortheilhaft ist, liegt auf der Hand, auch wird die Combination einer dynamo-elektrischen Maschine mit einem stofsend wirkenden Bohrapparate niemals so compendiös ausfallen, als wenn die Maschine einen drehend arbeitenden Bohrer treibt. Dass hierdurch der ganze Apparat bedeutend vereinfacht wird, bewies die in der französischen Abtheilung ausgestellte Bohrmaschine von Taverdon. Der eigentliche Bohrapparat dieser Maschine besteht in einem Hohlbohrer, der rotirend arbeitet, und zwar mit Bohrkronen aus Diamanten oder Stahl. Die Taverdon'schen Bohrapparate erregten mit Recht schon auf der Pariser Ausstellung von 1878 Aufsehen und wurden damals mit der silbernen Medaille ausgezeichnet. Sie sind schon so oft beschrieben worden, dass ihre Construction dem Fachmanne als bekannt vorausgesetzt werden muss. Bei der ausgestellten Taverdon'schen Bohrmaschine war nun der elektrische Motor am hinteren Theile des Bohrapparates angebracht, wodurch derselbe nicht gröfser geworden ist, als diejenigen Bohrmaschinen desselben Erfinders, welche mittelst Dampfes oder comprimirter Luft betrieben werden. Eine mit einem elektrischen Motor ausgerüstete Diamantbohrmaschine nach dem System Taverdon kostet 2400 Frcs., 600 Frcs. mehr als eine für den Betrieb mit comprimirter Luft eingerichtete Maschine. Sah man die Taverdon'sche Bohrmaschine auf der Ausstellung in Thätigkeit, so blieb man keinen Augenblick in Zweifel darüber, dass es für drehend wirkende Bohrapparate keinen zweckmäfsigeren Motor geben dürfte, als die dynamo-elektrische Maschine.

Vergleicht man die Kraftübertragung durch Elektricität mit der durch comprimirte Luft, so fällt der Vergleich nur zum Nachtheile letzterer aus. Während beim Betriebe von Bohrmaschinen mittelst comprimirter Luft wohl selten ein höherer Nutzeffect als 25 pCt. erzielt werden wird, stellt sich für die elektrische Kraftübertragung ein Nutzeffect von rund 60 pCt. heraus.

Marcel Deprez hat auf dem Pariser internationalen Congresse der Elektriker den Nachweis hierüber geführt und unter anderem gezeigt, dass es möglich ist, mit zwei gleichen Gramme'schen Maschinen eine Nutzarbeit von 10 Pferdekräften auf 50^{km} vermittelst eines gewöhnlichen Telegraphenkabels zu übertragen, wenn die zum Betriebe der stromerzeugenden Maschine erforderliche Arbeit ungefähr 16 Pferdekräfte beträgt. (Vgl. elektro-technische Zeitschrift, Bd. II, S. 418 und 433).

Vergleicht man nun die Kosten der Legung eines Kabels mit den Kosten der Rohrleitungen und sonstigen Einrichtungen für Fortleitung und Erzeugung der comprimirten Luft, so kann es wohl, selbst unter der Annahme eines geringeren Nutz-

[1]) Der Villiers'sche magnetische Verschluss der Sicherheitslampen ist beschrieben im Bulletin de la société de l'industrie minérale 2. Serie, Bd. VIII, S. 847 ff.

[2]) Siehe auch den Verschluss von Koetz in No. 9 der Wochenschrift 1882.

effectes bei der elektrischen Kraftübertragung als 60 pCt., nicht mehr zweifelhaft erscheinen, welcher Art von Kraftübertragung die Zukunft beim Bergbau gehört. Für Gruben, in denen Schlagwetter auftreten, wird allerdings die Anwendung von Elektromotoren noch ausgeschlossen bleiben müssen wegen der zahlreichen und starken Funken, die an denselben fortwährend entstehen; doch gelingt es vielleicht auch hier, Schutzvorrichtungen zu schaffen, welche den Gebrauch von Elektromotoren ohne jede Einschränkung ermöglichen.

D. Aufbereitungsapparate.

Dem Zwecke der Ausstellung entsprechend konnten auf derselben nur Apparate gesucht werden, welche die Absonderung roher oder gerösteter Erze, die vom Magneten angezogen werden, bewirken. Zwei der ausgestellten Apparate dürften dem Fachpublikum bereits bekannt sein; der eine, von Vavin in Paris erfunden, erregte bereits auf der Pariser Weltausstellung von 1878 durch die Einfachheit seiner Construction und gute Leistungsfähigkeit Aufmerksamkeit, der andere, von Siemens und Halske construirte, ist neueren Ursprungs. Er unterscheidet sich vom Vavin'schen Apparate besonders dadurch, dass in ihm Elektromagnete von verschiedener Stärke angewendet werden und das zu separirende Haufwerk der Wirkung eines allmählich zunehmenden Magnetismus ausgesetzt ist. Der Apparat ist auch bereits näher beschrieben und abgebildet worden, und zwar zuerst in der elektrotechnischen Zeitschrift Bd. I, S. 322 ff.

Ueber den dritten von Edison ausgestellten »trieur magnétique« kann nichts berichtet werden, da derselbe durch die Wände eines hölzernen Kastens den Blicken wissbegieriger Besucher der Ausstellung entzogen war und nur der Katalog und ein Plakat sein Dasein verriethen.

Otto gegen Lindford.[1])

Ein interessanter Patentprocess spielte sich in den letzten Jahren in England ab. Der bekannte Erfinder der neueren direct wirkenden Gasmaschine, Hr. N. A. Otto, erhob am 26. Juli 1880 Klage gegen die Herren Charles Lindford & Co. in Leicester wegen Eingriffes in das Patent No. 2081 vom 17. Mai 1876, welches ihm auf den Namen seines Vertreters, des Hrn. Ch. D. Abel, ertheilt wurde.

Die Construction der Otto'schen Maschine ist bekannt; die Ansprüche des betreffenden englischen Patentes, soweit sie hier in Betracht kommen, lauten:

»Inbezug auf Gaskraftmaschinen wird beansprucht:

1. Die Füllung des Cylinders mit einer Mischung aus brennbarem Gase oder Dampf und Luft getrennt von einer Ladung aus Luft oder unbrennbarem Gase, so dass die Entwickelung von Wärme und die Ausdehnung oder Spannungsabnahme, welche die Verbrennung bewirkt, zu einer allmählichen gemacht wird, so und zu dem Zwecke, wie beschrieben.

2. Die Zusammendrückung einer Ladung aus brennbarer und unbrennbarer Flüssigkeit, welche bei dem vorhergehenden Hingange in den Cylinder gesaugt wurde, durch einen Hergang des Kolbens, so dass die zusammengedrückte Ladung nach ihrer Entzündung den Kolben während des nächsten Hinganges forttreibt und die Verbrennungsproducte beim nächsten Hergange des Kolbens ausgetrieben werden, so wie beschrieben.«

Die Maschine von Lindford unterscheidet sich im Einzelnen in manchen Punkten von der Otto's, ihre principielle Einrichtung erläutert der Erbauer in seinem Patente No. 330 vom 24. Januar 1880, wie folgt:

»Wenn der Kolben infolge des Antriebes an das eine Ende des Cylinders gelangt ist, so wird er während seines Rückganges auf einer Seite durch passend angeordnete Ventile die von der vorhergehenden Ladung verbliebenen Verbrennungsproducte austreiben und auf der anderen Seite durch passend angeordnete Ventile eine Mischung von Gas und Luft ansaugen. Während seines Rückganges wird dann die Ladung verdichtet und auf der anderen Seite (da das Ausblaseventil offen bleibt) nur Luft angesaugt werden. Hat der Kolben seinen Hub vollendet, so befindet sich die zuvor eingeholte Ladung verdichtet in dem oben erwähnten Raum am Ende des Cylinders, wo sie auf irgend eine passende Weise durch eine Gasflamme, Elektricität oder sonst bekannte Art entzündet wird. Der Kolben wird dann nach auswärts getrieben und drückt die Luftladung der anderen Seite durch das Ausblase- oder ein anderes Ventil oder mehrere solche. Hat er seinen Hub beendet, so wird das Ausgangsventil geschlossen und ein Mischventil, wie am anderen Ende, geöffnet und während des ganzen Rückganges eine Ladung von Gas und Luft eingezogen, indessen, wie zuvor gezeigt, die Verbrennungsrückstände der vorhergehenden Ladung durch ein Ausblaseventil entfernt werden, und die Arbeit sich, wie am anderen Cylinderende, wiederholt; so erhalte ich zwei Anregungen in drei Umdrehungen einer einfach wirkenden Maschine.

Wenn das Ausblasen vollendet ist, geht der Kolben zurück und saugt eine Ladung Luft durch das Ausblaseventil, welches zu dem Zwecke offen bleibt. Er geht dann wieder vorwärts und übt einen Druck auf die Luft aus, von welcher er einen Theil durch das Ausblaseventil vertreibt, welches offen ist, um dies zuzulassen. Durch dies Mittel sichere ich das Ausblasen oder die wirkliche Entfernung allen Feuers oder aller Versager, welche nach der letzten Explosion zurückgeblieben sein möchten, bevor eine neue Ladung brennbarer Flüssigkeit eingezogen werden kann.«

Die in Betracht kommenden Ansprüche Lindford's sind folgende:

»Ich erkläre, dass ich beanspruche:

1. Die Anwendung eines abgesonderten Stromes atmosphärischer Luft zum Entfernen aller Verbrennungsrückstände aus dem Cylinder einer Gasmaschine (einfach oder doppelt wirkend) nach dem gewöhnlichen Ausstofsen, welcher besondere Strom in den Cylinder gesaugt und wieder ausgestofsen wird durch einen oder mehrere Arbeitskolben ohne Hülfe von Pumpen oder anderweitigen Hülfsmitteln oder Einrichtungen zum Füllen des Cylinders mit solcher Luft, wie beschrieben und dem Wesen nach in den anliegenden Zeichnungen gezeigt.

2. Eine Gasmaschine (einfach oder doppelt wirkend) mit einer Uebersetzung von 3 : 1 so anzuordnen, dass durch diese atmosphärische Luft zum Reinigen des Cylinders zwischen dem gewöhnlichen Ausstofsen und dem Eintritte einer frischen Ladung gebraucht wird, wie beschrieben und in den anliegenden Zeichnungen gezeigt.«

Der Kläger behauptete erstens, dass er der erste gewesen sei, welcher ein Kissen von nicht brennbarem Gase zwischen dem Kolben und dem Explosionsgemisch eingeführt habe, zum Zwecke, die plötzliche Ausdehnung des Explosionsgemisches in eine allmähliche Ausdehnung umzuwandeln; zweitens, dass er der erste gewesen sei, welcher hinter den Kolben zuerst Luft und dann ein Gemisch von Gas und Luft angesaugt habe; drittens, dass er der erste gewesen sei, welcher die durch die Explosion erzeugte Wärme zur Ausdehnung des bezeichneten Kissens benutzt habe, und viertens, dass er der erste gewesen sei, welcher eine Ladung durch den Arbeitskolben im Arbeitscylinder zusammengedrückt und so die Verbrennung verhältnismäfsig armer Gemische ermöglicht habe.

Der Beklagte leugnete in seiner Entgegnung die Verletzung des Otto'schen Patentes und bestritt dessen Rechtsbeständigkeit aus verschiedenen Gründen, hauptsächlich, weil der erste und zweite Anspruch sich auf ein Princip bezögen und die mechanischen Vorrichtungen zur Ausübung dieses Principes in der Patentschrift nicht genügend beschrieben seien, sowie, weil die Erfindung schon früher durch eine Reihe von Patenten geschützt gewesen sei, nämlich: Barnett, 1838, No. 7615, Johnson (für Lenoir), 1860, No. 335 und 1861, No. 107, Barsanti und Matteucci, 1857, No. 1655, Abel (für Langen und Otto), 1866, No. 434, Boulton, 1866, No. 738 und 1867, No. 2000 und 1868, No. 1988, Babacci, 1868, No. 1393, Gottheil (für Gilles), 1874, No. 25, Alexander (für de Bisschop), 1875, No. 4342. Er gab zu, dass sein Motor alle Verrichtungen ausführe und alle Zwecke erfülle, welche in dem zweiten Anspruche der klägerischen Patentschrift angeführt seien, nur sei die Wirkung des Schiebers eine andere, insofern dieser dem klägerischen Patente zufolge während des ersten Theiles des Kolbenhubes nur Luft und erst während des übrigen

[1]) Nach Engineer 1881, Bd. 51, S. 234 und dem als Manuscript gedruckten Urteile des Appellhofes London mitgetheilt von R. Schöttler, Privatdocent a. d. techn. Hochschule Hannover.

Theiles desselben Gas und Luft in den Cylinder einlasse, indessen bei seiner Maschine nur ein brennbares Gemisch von Luft und Gas während des ganzen Kolbenhubes zutrete.

Die Verhandlungen fanden vom 23. bis 30. März 1881 vor dem Vicekanzler Sir James Bacon statt; die Debatten waren sehr lebhaft und weitschweifig und erstreckten sich über alle oben angedeuteten Punkte. Die Reden und Aussagen der Anwälte und Sachverständigen hier wiederzugeben, würde zu weit führen, dagegen mögen die wichtigsten Sätze aus dem Urteile hier Platz finden. Der Richter entschied (nicht wörtlich, aber im wesentlichen) wie folgt:

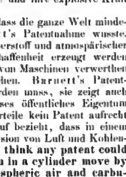
»Es ist keine neue Erfindung, einen Gasmotor zu construiren, in dem die Verbrennung von Luft eine ähnliche Wirkung ausübt wie sich ausdehnender Dampf, durch Bewegung eines Kolbens, welcher Arbeit auf andere Maschinentheile überträgt. Barnett's Patentbeschreibung, auf welche (in der Debatte) Bezug genommen ist, enthält eine bestimmte und klare Erläuterung dieses Principes und dieser Erfindung. Er sagt in dieser Beschreibung:

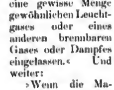
»Meine Erfindung besteht in gewissen Verfahrungsweisen zur Hervorbringung und Verwendung, als ursprünglicher Bewegungsursache von Maschinen, der Explosiv- oder Expansivkraft gewisser entflammbarer Gase, wie Wasserstoff oder Kohlenwasserstoffgas, gemischt mit Sauerstoff oder atmosphärischer Luft in solchen Verhältnissen, wie sie zur Bildung explosiver Mischungen geeignet, und die den Chemikern inbezug auf ihre Mischungsverhältnisse und ihre explosive Kraft wohl bekannt sind.«

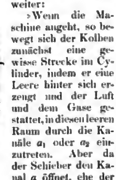
Ich muss demnach annehmen, dass die ganze Welt mindestens seit dem Tage von Barnett's Patentnahme wusste, dass durch Mischen von Kohlenwasserstoff und atmosphärischer Luft ein Gas von explosiver Beschaffenheit erzeugt werden und dass man dieses zum Betriebe von Maschinen verwerthen kann. Hiervon haben wir auszugehen. Barnett's Patentbeschreibung zeigt, was gethan werden muss, sie zeigt auch die Mittel dazu, und nachdem dieses öffentliches Eigentum geworden ist, kann nach meinem Urteile kein Patent aufrecht erhalten werden, welches sich darauf bezieht, dass in einem Cylinder ein Kolben durch die Explosion von Luft und Kohlenwasserstoff bewegt wird. **(I do not think any patent could be sustained for making a piston in a cylinder move by means of the explosion of atmospheric air and carburetted hydrogen.)** Aber das ist noch nicht Alles. Das Patent von Johnson (Lenoir) scheint mir den ganzen Gegenstand der Discussion zu decken. Johnson sagt in seiner Beschreibung (1860, No. 335):

»Die Erfindung besteht in der Anwendung eines brennbaren, mit einer geeigneten Menge atmosphärischer Luft gemischten Gases, welches durch Elektricität in einem Cylinder entzündet wird, und das, sich infolge davon ausdehnend, auf den Kolben wirkt und ihm Bewegung ertheilt.« Und weiter:

»Geeignete Mittel werden benutzt, um atmosphärische Luft in den Cylinder zu bringen. Gleichzeitig mit dieser wird auch durch Vermittelung eines zu dem Zwecke benutzten Rohres







eine gewisse Menge gewöhnlichen Leuchtgases oder eines anderen brennbaren Gases oder Dampfes eingelassen.« Und weiter:

»Wenn die Maschine angeht, so bewegt sich der Kolben zunächst eine gewisse Strecke im Cylinder, indem er eine Leere hinter sich erzeugt und der Luft und dem Gase gestattet, in diesen leeren Raum durch die Kanäle a_1 oder a_2 einzutreten. Aber da der Schieber den Kanal a öffnet, ehe der

Durchgang t in Verbindung mit der einen oder anderen der Gaseinlässe o_1, o_2 tritt, so folgt, dass eine gewisse Luftmenge schon in den Cylinder getreten ist. Wenn der Schieber dann einen der Einlässe o_1, o_2 öffnet, so treten Luft und Gas gemeinschaftlich in den Cylinder, aber ohne gänzlich gemischt zu werden; sie werden sich in dem Raume hinter dem Kolben in getrennten Schichten befinden.« Und weiter:

»Der Zweck, eine gewisse Luftmenge in den Cylinder vor dem Gas einzuführen, ist, die Wirkung der durch die Verbrennung der früheren Menge des brennbaren Gases entstandenen Kohlensäure zu neutralisiren, da die Kohlensäure, ohne so neutralisirt zu werden, die Entzündung des übrigen Theiles des brennbaren Gases verhindern könnte.«

Keine Worte können das, was der Kläger seine Erfindung nennt, besser beschreiben, als es diese Worte thun. Durch die von Johnson beschriebenen Mittel ist der Zweck, welchen er erreichen will, vollkommen erreichbar, und die getrennte Einführung von Luft ist ein Bestandtheil und wesentlich für die Erfindung, welche er beansprucht. Kann ich sagen, dass irgend Jemand, der die in Johnson's Patentbeschreibung ihm gebotenen Kenntnisse benutzt, hierzu nicht berechtigt sei? Der Kläger aber beschreibt einen Vorgang, welcher mit dem Johnson's vollständig identisch ist, nicht der leiseste Unterschied ist zwischen ihnen **(and then he describes a process perfectly identical with Johnson's — not a particle of difference between them).** Wenn der Beklagte berechtigt ist, und ich halte ihn für berechtigt, alle die Kenntnisse zu haben und alle die Mittel anzuwenden, welche Johnson angegeben hat, kann man dann sagen, er habe nicht thun dürfen, was er gethan hat, weil der Kläger seinen Patentanspruch, wie oben, fasste, während er Johnson's Patent vor sich hatte und während von allen Seiten zugegeben ist, dass Johnson's Erfindung — ob sie ein Patent aufrecht erhalten kann oder nicht, kommt hier nicht in Betracht — genau das gezeigt hat, was der Kläger thut oder zu thun versucht, und was nachgeahmt zu haben der Beklagte beschuldigt wird? Dass er nachgeahmt hat, ist eine nicht bestrittene Thatsache — er hat das gethan, was Johnson in seinem Patente beschrieben hat. Wenn nicht der Wortlaut von Johnson's Patent vernichtet oder ausgelöscht werden kann, oder wenn nicht bewiesen werden kann, dass Johnson's Maschine niemals ging — und ich glaube, das genügt noch nicht — niemals ging und nie brauchbar war, so liegt kein Grund vor, den Kläger einen Erfinder zu nennen. Es liegt keine Erfindung darin, die Luft getrennt von einem Gemische von Gas und Luft eintreten zu lassen. Die Art der Entzündung ist dieselbe, die Erfindung ist dieselbe, und nach meiner Meinung giebt es durchaus keinen Grund, auf den der Kläger seine Behauptung stützen kann, dass der Beklagte seine Erfindung umgangen habe, ebenso wenig giebt es einen Grund, auf welchen hin das Patent des Klägers gegenüber dem Beklagten aufrecht erhalten werden kann. Es könnte zweifelhaft erscheinen, ob das Princip — wenn es ein Princip ist, auf welches der Kläger sich beruft — ein solches ist, auf welches ein Patent sich stützen kann. Ich halte es nicht für nöthig, hierauf einzugehen, sondern auf den kurzen von mir angegebenen Grund hin, dass die vom Kläger beanspruchte Erfindung nicht nur ihrem Wesen nach, sondern buchstäblich und vollständig (not only in substance, but litterally and entirely) in Johnson's Patent beschrieben ist, bin ich der Meinung, dass ich den Kläger mit seiner Klage abweisen muss.«

Gegen dieses Urteil appellirte der Kläger. Der Appellhof London stiefs infolge dessen das Urteil des Vicekanzlers um und verurteilte den Beklagten. Die Entscheidung ist höchst interessant und lehrreich, sie wurde von den drei Appellrichtern einzeln abgegeben. Da aber eine vollständige Wiedergabe viel Raum in Anspruch nehmen würde, und da alle drei Urteile in den wesentlichen Punkten durchweg übereinstimmen, so mag hier nur dasjenige des ersten Appellrichters, welches das ausführlichste ist, im Auszuge mitgetheilt werden.

Derselbe sagt (nicht wörtlich, aber im wesentlichen) folgendes:

»Es ist schwer, eine vollständige Patentbeschreibung zu verfassen, und es giebt sehr wenige, gegen welche nicht irgend welche Einwände, ob nichtig und absurd oder nicht, gemacht

werden könnten, und es ist nur gerecht, hier zu constatiren, dass einige der Einwände hier von mir sowohl als meinen Amtsbrüdern ernster Betrachtung unterzogen wurden.

Der erste Einwand ist, dass gesagt wird, es liege kein patentfähiger Gegenstand vor, weil das, was der Patentanspruch fordert, ein Princip sei; der Patentnehmer fordere die Patentirung des Gedankens, ein Luftkissen zwischen die explosive Mischung und den Kolben des Gasmotors zu bringen, um damit zu reguliren, aufzuhalten oder allmählich zu machen, was sonst eine plötzliche Explosion sein würde. Nun, das könnte natürlich nicht patentirt werden. Ich lese aber das Patent so, dass der Inhaber sagt, dies sei seine Idee, die er auszuführen wünscht; aber er beschreibt aufserdem drei Arten von Maschinen, welche sie ausführen, und er erhebt den Anspruch, sie im wesentlichen auszuführen durch eine dieser Maschinen. Das ist das Erfordernis eines Patentes. **Wenn Sie ein neues Princip oder eine neue Idee inbezug auf Kunst oder Industrie haben und dann zeigen, wie solche in die Praxis zu übertragen sind, so können Sie das patentiren, obgleich Sie die Idee allein nicht patentiren könnten und Sie auch wohl sehr wahrscheinlich die Maschine nicht würden patentiren können, weil die Maschine allein vielleicht nicht neu sein würde.** Eine der besten Illustrationen, die ich kenne, ist das »heifse Gebläse« in der Eisenindustrie, an dem es durchaus nichts Neues giebt mit Ausnahme des Gedankens, dass die Einwirkung von heifser statt kalter Luft auf die Mischung von Eisenerz und Brennstoff die bemerkenswerthesten Erfolge durch Ersparnis in der Fabrikation von Eisen liefert. Der Erfinder oder Entdecker konnte das nicht patentiren lassen, aber er that folgendes. Er sagte: »Ich will jene Idee in Verbindung mit der Art der Ausführung patentiren lassen, d. h. ich erzähle Ihnen, Sie mögen Ihre Luft in einem verschlossenen Behälter nahe an der Feuerung erhitzen, und das wird den gewünschten Erfolg haben«, und es wurde anerkannt, dass dies genüge, und dass Niemand das heifse Gebläse in den Eisenwerken während der Dauer jenes Patentes zum Zwecke, Eisen zu fabriciren, benutzen durfte. Nun, das ist eine viel stärkere Illustration von der Gültigkeit eines Patentes mit Bezug auf den Gegenstand, als in unserem Falle. Denn hier haben wir es mit einer complicirten Maschine zu thun. Niemand sagt, dass diese nämliche Maschine je früher gesehen und gebraucht wurde, aber was gesagt wird und, wie ich nicht zweifle, auch wahr ist, ist, dass bei dem heutigen Stande des Wissens nicht viel Erfindung dazu gehört, wenn Ihnen die Idee erläutert wird, die Maschine herauszufinden und auszuführen. Das erforderte überhaupt keine Erfindung. Wir haben ein Princip und eine Verfahrungsweise, es auszuführen, und für den letzten Zweck genügend beschrieben; das ist ein guter Gegenstand für ein Patent.

Ich gehe jetzt zu den nächsten Einwänden über, welche die Unzulänglichkeit der Patentbeschreibung betreffen. Diese beziehen sich auf Auslassungen und Fehler in den Zeichnungen. Mit solchen Einwänden sind diejenigen wohl vertraut, welche häufig mit Patentfällen zu thun haben; sie sind bemerkenswerth, weil sie nie früher gefunden werden, als bis eine Klage im Gange ist. Der Arbeiter macht die Maschine und die Maschinen werden zu Hunderten und Tausenden gemacht, und Niemand hat einen Fehler gefunden. Aber wenn man die Patentbeschreibung und dann die Maschine studirt, findet man sie. Ich erinnere mich eines Falles, als ich vor vielen Jahren Anwalt war, eines Falles, auf den hier zwar nicht Bezug genommen ist, der aber trotzdem als gute Illustration dienen kann. Ich war Anwalt für einige Maschinenfabrikanten, welche sehr gute Dreschmaschinen bauten und Tausende davon verkauften. Die Schläger solcher Maschinen sind, wie Jeder weifs, beide überkreuz geschnitten und müssen sich gegenüber stehen, anderenfalls würden sie das Korn nicht dreschen. Der dumme Zeichner aber hatte sie aus Versehen alle parallel gezeichnet, so dass, wenn die Maschine nach der Zeichnung hätte gebaut werden sollen, sie überhaupt nicht hätte dreschen können. Niemand fand das heraus, bis wir vor den Gerichtshof kamen. In solchen Sachen ist es deshalb nicht unsere Aufgabe, herauszufinden, »wie es nicht zu machen«, sondern wenn man findet, dass die Zeichnung nicht genau ist, so wird man versuchen, wie es zu machen ist, und, wie ich schon sagte, in der Praxis kommen solche Fragen gar nicht vor.

Ich komme jetzt zu einem viel ernsteren Einwande. Es wird gesagt, die Patentbeschreibung gebe nicht die Menge von Luft an, welche im Verhältnis zum brennbaren Gemisch in die Maschine gebracht wird. Die erste Antwort ist vor allem, dass eine genau bestimmte Menge nicht gebraucht wird, es muss nur eine nicht zu geringe, eine wesentliche Menge sein. Dieses Wort »wesentlich« ist nun in der Beschreibung nicht zu finden und also die Frage in Betracht zu ziehen, ob die Patentbeschreibung genug sagt, um Jemand, der die Maschine macht, oder besser, Jemand, der sie brauchen will, zu belehren, dass diese Menge da sein muss. Nun, ich denke, sie thut das. Man hat bei Patentbeschreibungen zunächst zu beachten, dass sie an Leute gerichtet ist, die etwas von der Sache verstehen. Eine Patentbeschreibung über Verbesserungen an Gasmaschinen ist für Gasmaschinenerbauer geschrieben und nicht für das aufsenstehende Publikum, und folglich brauchen Sie denn auch nicht dieselbe haarscharfe Erläuterung, deren Sie bedürfen würden bei einer ganz neuen Erfindung, die zu einer ganz neuen Art der Fabrikation gehört. In unserem Falle sagt der Erfinder: »Ich will die plötzliche Ausdehnung des Gases in eine allmähliche Ausdehnung umwandeln, und ich thue das durch die Einführung eines Luftkissens zwischen dem Kolben und dem brennbaren Gemische.« Ist nun Jemand ohne weitere Belehrung, so fragt er sich: Wie viel Luft muss ich einlassen? Er lässt etwas ein und findet, dass die Explosion stattfindet wie zuvor, er lässt mehr hinein und findet, wie viel erforderlich ist. Mir scheint nicht, dass dazu eine Erfindung nöthig ist, es gehört ein wenig Sorgfalt und Beobachtung dazu, das ist alles. Wenn Jemand Sie ersuchte, ein Glas braunen Branntweins und Wasser zu mischen, bis die Flüssigkeit hellgelb sei, so braucht die genaue Quantität Ihnen nicht genannt zu werden. Sie würden bald genug wahrnehmen, dass die Mischung hellgelb geworden. Diesem Beispiele entspricht die Patentbeschreibung, aber sie sagt mehr. Sie finden aus den Zeichnungen derselben in Verbindung mit dem Texte, dass beinahe so viel Luft als explosives Gemisch eintritt. Mir scheint, es liegt genug in dieser Patentbeschreibung, um den Erbauer oder Verwender dieser Maschine, ohne von ihm grofse Erfindergabe zu verlangen, zu unterrichten, wie die Maschine zu bauen ist und in welchem Verhältnisse die Luft zugelassen werden muss, nicht in einem bestimmten Verhältnisse, sondern so weit es nöthig ist, um die Maschine in Gang zu bringen. Und hier kann man, wie auch bei dem vorigen Einwande, eine Bemerkung machen: Niemand konnte erklären, jemals irgend welchen Schwierigkeiten begegnet zu sein. Niemand sagte: »Ich habe versucht, eine Maschine nach der Patentbeschreibung des Klägers zu bauen, und es gelang mir nicht, das Resultat zu erzielen, weil ich diese Verhältnisse nicht kannte, oder weil die Zeichnung unrichtig war.« Nichts derartiges! Das sind theoretische Schwierigkeiten, durch die Beklagten benutzt, um das Patent zu bekämpfen, und kein praktischer Arbeiter oder praktischer Verwender eines Gasmotors war als Zeuge geladen, um Zeugnis nach der einen oder anderen Seite abzugehen.

Dann ist der Einwand erhoben, dass kein Beweis der Brauchbarkeit vorliege; und das ist ein sehr wichtiger Einwand. Es wurde gesagt, es sei ein Beweis für den Mangel an Brauchbarkeit, wenn man seine Maschinen weder baut noch verkauft; aber das giebt Veranlassung zu der Bemerkung, dass man eine Verbesserung an denselben machen und verkaufen kann, und wenn Sie unmittelbar, nachdem Sie Ihre Erfindung haben patentiren lassen, herausfinden, dass sie verbessert werden kann, so zeigt das durchaus nicht, dass die erste Erfindung unbrauchbar war. In einem von mir behandelten Falle vertrat ich den Verklagten und berief mich auf denselben Einwand. Es betraf die Erfindung einer Farbe. Es war auch noch nicht eine Unze der nach dem Patente dargestellten Farbe verkauft, weil der Erfinder unmittelbar nachher eine Verbesserung entdeckt hatte, und er hatte immer die verbesserte Farbe verkauft und war gezwungen, einen Zeugen zu bringen, um zu zeigen, dass er ein paar Unzen Farbstoff hergestellt und versucht, und dass derselbe gefärbt hätte. Die Antwort war, dass unter diesen Umständen die blofse That-

sache, dass nichts von der Originalfarbe verkauft sei, nicht genüge. Nun hat aber in diesem Falle der Erfinder ein Patent auf drei Modificationen, und er hat meistens Maschinen der Modification 3 verkauft, die übrigen waren fast alle Verbesserungen von No. 1. Diese selbst scheint nicht verkauft zu sein. Aber er sagte, sie würde gehen und nannte Zeugen, es zu beweisen, und es wurde von der gegnerischen Seite dies nicht bestritten. Wir haben also den Beweis der Brauchbarkeit; er ist, so weit es No. 1 betrifft, in der That gering, denn es ist das nicht die Modification, die sich als besonders brauchbar erwies, aber er ist genügend, um ein Patent aufrecht zu erhalten, und betreffs der Frage der Brauchbarkeit genügt bekanntlich sehr wenig.

Das erledigt die materiellen Einwände, und es bleiben nun nur noch die allerwichtigsten, welche die Neuheit und die Patentverletzung betreffen.

Der Beklagte sagt, dass es in dem Patent eines gewissen Johnson, welches in Wirklichkeit eine Mittheilung von Lenoir ist, schon im Jahre 1860, das sind 16 Jahre vor diesem Patent, eine Beschreibung dessen gab, wofür dieses Patent genommen wurde. Dies ist nun sehr merkwürdig, denn Lenoir ist ein grofser Gasmotorenfabrikant, und es scheint, dass eine grofse Anzahl seiner Maschinen, welche unter seinem folgenden Patent von 1861 gebaut wurden, verkauft und öffentlich ausgestellt sind. Wäre nun jene Behauptung richtig, so müsste es doch sehr wunderbar erscheinen, dass die Beklagten keinen Zeugen bringen konnten, der eine nach dem Patente des Klägers gebaute Maschine, die den vom Kläger behaupteten Effect lieferte, gemacht, verkauft oder in Thätigkeit gesehen hätte. Das ist für mich ein sehr starker Beweis dafür, dass die Patentbeschreibung Johnson's das Patent des Klägers nicht berührt. Nachdem ich sie nun gelesen und durchdacht habe, bin ich zu dem Schlusse gekommen, dass die darin beschriebene Maschine weit entfernt davon, auf die Idee des Klägers hinzudeuten, eine Maschine ist, die vermittelst einer plötzlichen Ausdehnung eines brennbaren Gemisches arbeitete und so arbeiten sollte und weit davon entfernt war, das Publikum zu lehren, dass man die Maschine durch allmähliche Ausdehnung, durch Anbringung eines Kissens arbeiten machen könnte. Der einzige Grund, weshalb Luft in diese Maschine geführt wird, ist ein ganz anderer; es geschieht in der Absicht, die Ausdehnung der Gase schneller und plötzlicher zu bewirken. Wenn es eine Nothwendigkeit gewesen wäre, indem man eine Johnson'sche Maschine machte, eine Maschine zu bauen, welche nach der Erfindung des Klägers arbeitet, so, dass nur eine Maschine gemacht werden konnte, welche durch allmähliche Ausdehnung arbeitet, dann gebe ich zu, dass sie vorher dagewesen wäre. Aber Niemand sah sie je in Thätigkeit als eine Maschine mit allmählicher Expansion, und die Sachverständigen des Klägers sagen, dass die zuerst zugelassene Luftmenge nur gering sein und nicht den in Rede stehenden Effect haben würde. Der einzige Ausdruck Johnson's, welcher Aehnlichkeit mit der Beschreibung des Klägers hat, ist, dass er Luft in den Cylinder lässt, bevor das Gas eintreten darf. Aber er sagt: »Der Zweck, eine gewisse Luftmenge in den Cylinder vor dem Gas einzuführen, ist, die Wirkung der durch die Verbrennung der früheren Menge des brennbaren Gases entstandenen Kohlensäure zu neutralisiren, da die Kohlensäure, ohne so neutralisirt zu werden, die Entzündung des übrigen Theiles des brennbaren Gases verhindern könnte.« Das scheint mir ein grofser Irrtum, aber wir beleuchten jetzt nur, was er dem Publikum mittheilt, und das ist eben das angeführte; auch er giebt darin kein Quantum an. Machen wir nun wieder denselben Versuch, den ich vorhin anstellte: Wie wird sich ein Arbeiter verhalten? er lässt ein wenig Luft ein und findet dann, dass die Explosion stattfindet; wenn er keine eingelassen hätte, wäre sie ausgeblieben, dann lässt er Luft und Gas zusammen ein. Er geht nicht weiter, seine Maschine arbeitet und es kommt ihm auch nicht in den Sinn, dass, wenn er mehr Luft eingelassen haben würde, er eine plötzliche Explosion, welche die Maschine bewegt, in eine allmähliche Explosion, welche den Gegenstand des klägerischen Patentes bildet, umgeändert haben würde. Es scheint mir also, dass Johnson's Beschreibung dem Publikum durchaus nicht das mittheilt, was der Kläger ihm mitgetheilt hat, und daher unter keinen Umständen eine Vorwegnahme der Erfindung ist.

Ich komme nun zu dem letzten Punkte, der Patentverletzung. Es ist ganz richtig, dass des Beklagten Maschine eine doppeltwirkende ist und auf eine verschiedene Art arbeitet — es sind da 6 Bewegungen gegen 4, aber adoptirt sie die Idee des Klägers mit einem im wesentlichen ähnlichen Modus der Ausführung oder nicht? Nun, ich denke, ja. Die einzige Differenz ist die doppelte Wirkung; der Vorgang selbst ist genau ebenso, die Explosion wird in eben derselben Weise modificirt und Sie haben natürlich die einzelnen Theile dementsprechend zu ändern; das ist genau dasselbe, was man mit »im wesentlichen dasselbe sein« bezeichnet. Auch hier überwiegt das Gutachten von Seiten des Klägers vollständig. Seine Ingenieure behaupten ganz bestimmt, dass keine Differenz herrsche, und das Gutachten des Ingenieurs des Beklagten widerspricht ihnen wirklich nicht. Wenn man annimmt, dass es ein Patent für eine Maschine ist, sagt er, so ist es nicht dasselbe; aber er widerlegt nie die Anschauung, welche ich über das Patent ausgedrückt habe, er sagt nicht, dass, angenommen, das Patent wäre wirklich für eine Idee mit einem Verfahren, sie auszuführen, es nicht wesentlich dasselbe sei, und das ist der einzige Punkt, den wir wirklich zu entscheiden haben. Ich denke deshalb, die Patentverletzung ist erwiesen, das Urteil des Vicekanzlers ist aufzuheben und der Kläger muss sein Verhinderungsurteil mit Kosten haben.

Neuere Bremsen und Sicherheitskurbeln.

Von A. Ernst, Ingenieur und Lehrer zu Halberstadt.

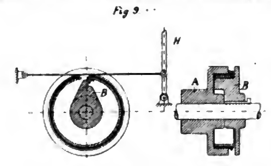
(Schluss von Seite 513.)

Die gedrängteste Anordnung der Sicherheitskurbeln ergiebt sich, wenn man die Bremse als Frictionskupplung unmittelbar zwischen Antriebkurbel und Triebwerk einschaltet, so dass Spannung und Lösung durch die Kurbel, wie sonst durch einen besonderen Bremshebel vermittelt wird. Die durch den Antrieb der Kurbel gespannte Bremse pflanzt alsdann als Bremskupplung die Drehung der Kurbel beim Lastaufwinden auf das übrige Triebwerk fort, während die Lüftung der Bremse, welche durch eine geringe Rückwärtsdrehung der Kurbel vermittelt wird, die Frictionskupplung zwischen Triebwerk und Kurbel so weit löst, dass die Kurbel ausgeschaltet wird und der Rücklauf des hierdurch dem Antriebe der Last überlassenen Triebwerkes bei stillstehender Kurbel sich unter Einwirkung des Reibungswiderstandes der Bremse vollzieht. Die Regelung des Bremswiderstandes wird durch die Stellung bedingt, in welcher der Arbeiter die Kurbel festhält. Die Anordnungen tragen dafür Sorge, dass, sobald die Sicherheitskurbel sich selbst überlassen bleibt, die Bremskupplung selbstthätig gespannt wird, und dass ferner ein Sperrwerk das gekuppelte Triebwerk am Rücklaufe hindert, so dass jede aufgewundene Last frei schwebend hängen bleibt.

Das vorstehend erörterte Grundprincip kann man in mannigfach verschiedener Weise ausführen, und die Bremskupplung lässt sich sowohl als Bandbremse wie als Backenbremse oder auch als Kegelbremse gestalten. Die nachfolgenden Darstellungen und Beschreibungen der verschiedenen in die Praxis eingeführten Constructionen werden hierfür Beispiele liefern.

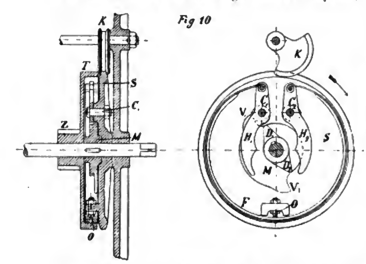
Die älteste derartiger Ausführungen, welche überhaupt den ersten Anstofs zu der ganzen Reihe von Sicherheitskurbeln gegeben hat, die jetzt in rascher Aufeinanderfolge in richtiger Würdigung des bedeutsamen Grundprincipes entstanden sind, beruht auf der Benutzung der im Jahre 1870 in England unter No. 1777 patentirten Bremskupplung von Mégy, de Echeverria & Bazan. Diese Kupplung ist in Fig. 9 entsprechend der Zeichnung der citirten englischen Patentschrift dargestellt. In die auf der Welle lose sitzende Scheibe A ist eine offene Ringfeder eingelegt, welche sich durch ihre Spannung fest mit ihrem äufseren, mit Leder garnirten Umfange gegen den inneren Umfang der Scheibe anpresst. Der auf die Welle aufgekeilte Daumen B fasst hinter einen Vorsprung der Feder, erhöht durch seinen Druck noch die Spannung derselben und zwingt die Feder und durch den Reibungswiderstand zwischen Lederbandage und Scheibenumfang auch die Scheibe A, der Rotation der Welle zu folgen.

Um die Bewegungsübertragung zu unterbrechen oder die Kupplung nur als Bremse wirken zu lassen, ist um den aus der Scheibe A hervorragenden Umfang der Feder ein dünnes Seil geschlungen, dessen eines Ende festgelegt ist, während das andere nach dem Hebel H führt. Eine Bewegung dieses Hebels H nach aufsen zieht das angeschlossene Seilende nach sich und bewirkt ein Zusammenschnüren der Feder, infolge dessen die Anpressung derselben herabgemindert oder ganz aufgehoben wird und die Lösung der Frictionskupplung eintritt.



In der bezüglichen Patentschrift wird bereits besonders auf die Verwendbarkeit dieser Bremskupplung für Winden hingewiesen, und schon auf der Wiener Weltausstellung im Jahre 1873 war das Windensystem von Stauffer-Mégy vertreten, für welches jene Kupplung in wenig veränderter Weise höchst sinnreich zur Construction einer Sicherheitskurbel verwerthet ist. Ueber die ältere Ausführung der Stauffer-Mégy'schen Sicherheitskurbel ist in der Zeitschrift des Vereines im Jahre 1876, Band XX, S. 434 berichtet und neuerdings der verbesserten Ausführungen im Decemberhefte des vergangenen Jahres S. 716, unter Beifügung einer Skizze, Erwähnung gethan, so dass hier nur auf diese Quellen zu verweisen ist.

Die Sicherheitskurbel von Burgdorf & Brandenburg, D. R.-P. No. 16030, Fig. 10, unterscheidet sich von der Stauffer-Mégy'schen Anordnung nur durch etwas veränderte Construction der Details. Auch hier wird die Kupplung zwischen Kurbel und Triebwerk durch eine Ringfeder bewirkt, welche sich gegen den inneren Umfang einer Frictionstrommel legt und in gespanntem Zustande den Antrieb der Kurbel durch diese Trommel auf das übrige Triebwerk fortpflanzt,



während sich durch Zurückdrängen der Kurbel die Feder von der Berührung mit dem Trommelumfange mehr oder minder ablösen lässt und die Kupplung zwischen Kurbel und Triebwerk sich in ein Bremswerk verwandelt, das bei stillstehender Kurbel den Rücklauf des Triebwerkes frei giebt und nur regulirend auf die Lastsenkung einwirkt.

Die Frictionstrommel T mit angegossenem Zahntriebrade Z sitzt ebenso wie das Sperrrad S, welches als Frictionssperrrad mit excentrischem Klemmgesperre K ausgeführt ist, lose auf der Kurbelwelle, die Kurbel selbst dagegen und eine Mitnehmerscheibe M sind mit der Welle fest verbunden. Die Enden der offenen Ringfeder sind an die kürzeren Arme eines Hebelpaares H_1 H_2 angeschlossen, deren Drehzapfen C_1 und C_2 in die Sperrradscheibe S eingesetzt sind. Dreht man die Kurbel in dem durch den Pfeil angedeuteten Sinne, so legt sich der Knaggenvorsprung V_1 der Mitnehmerscheibe, wie in der Figur gezeichnet, gegen das Befestigungsauge des Zapfens C_1. Die Sperrradscheibe S folgt der Drehbewegung der Kurbel, da die Klemmsperre diese Drehbewegung nicht hindert. An dieser Drehbewegung nimmt ferner die Frictionsfeder F Theil, und die starke Spannung dieser Feder, welche dem Umfangswiderstande der Maximallast das Gleichgewicht hält, zwingt auch die Frictionstrommel und mit ihr schliefslich das ganze Triebwerk der Winde, dem Kurbelantriebe zu folgen. Der Reibungswiderstand zwischen Trommel und Feder sucht die beiden Federhebel nach derselben Seite zu verstellen und dadurch die Feder selbst zu verschieben. Um dies zu verhindern, wird die Feder durch eine Schraube O festgehalten, welche in einem Vorsprunge der Sperrradscheibe angebracht ist. Im ruhenden Zustande bleibt die Frictionskupplung geschlossen, und da die rückläufige Bewegung des Sperrrades durch die excentrische Klemme gehindert wird, bleibt jede aufgewundene Last frei schwebend hängen. Um die Last zu senken, drückt man die Kurbel zurück. Das durch die Klemmsperre festgehaltene Sperrrad vermag nicht, diesem Druck auszuweichen, es folgt daher nur die Mitnehmerscheibe M dieser Bewegung, und es treten die Daumen D_1 und D_2 der Mitnehmerscheibe in Berührung mit den zangenförmigen Verlängerungen der Federhebel H_1 und H_2, das Zangenmaul öffnet sich, und umgekehrt nähern sich dadurch die an den entgegengesetzten Hebelarmen befestigten Enden der Frictionsfeder, so dass die Feder selbst vom Trommelumfang abgezogen wird und sich die Kupplungsreibung, wie bereits oben angedeutet, bis zu beliebiger Bremsreibung herabmindern lässt. Sobald der Arbeiter die Kurbel loslässt, zieht sich die Feder in ihre ursprüngliche Lage zurück und die geschlossene Kupplung stützt wieder das ganze Triebwerk gegen die Klemmsperre K ab.

Die Doppelknaggen V_1 und V_2 sowie die symmetrische Form der Hebelzangen gestatten, den ganzen Apparat sowohl für rechtsläufige wie für linksläufige Kurbeln anzuwenden, sobald man nur die Klemmsperre nach rechts oder nach links einlegt.

Die Anordnung bietet wie die Stauffer-Mégy'sche, der sie nachgebildet ist, den Vortheil, für Kurbel und Haspelradantrieb gleich brauchbar zu sein, und gewährt wie diese eine Sicherheit gegen Ueberlastungen der Winde, da die Umfangsreibung der Kupplungsfeder durch ihre Spannung beschränkt ist.

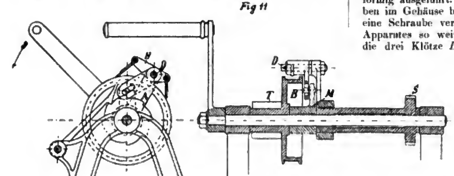
Die Sicherheitskurbel von E. Becker, D. R.-P. No. 5801, Fig. 11, kuppelt die Kurbel mit dem Triebwerke durch eine Differential-Bandbremse, welche durch die Kurbel selbst gespannt und gelöst wird.

Die Bremsscheibe B und das Triebrad T sind zusammengegossen und sitzen lose auf der Kurbelwelle, nehmen am Umlaufe derselben also nur Theil, wenn durch Spannung der Differentialbremse die Kupplung erfolgt, während umgekehrt bei gelüfteter Bremse sich der Rücklauf des Triebrades unter dem Antriebe der Last auf der stillstehenden Kurbelwelle vollzieht.

Die Bremsbandenden sind an einen ungleicharmigen Hebel H angeschlossen, der durch einen ebenfalls lose drehbar auf der Kurbelwelle angeordneten Arm A vermittelst des Zapfens D getragen wird. Auf diese Weise ist der Bremsbandhebel in einem gleichbleibenden Abstande von der Wellenmitte abgestützt und kann doch andererseits ohne Veränderung seiner Spannungslage mit der Bremsscheibe umlaufen oder auch stehen bleiben. Um die Spannung und Lüftung des Bremsbandhebels durch entgegengesetzten Kurbeldruck zu vermitteln, ist auf der Kurbelwelle ein dritter Hebel M befestigt, welcher durch einen Stift in den Schlitz eines Winkelarmes des Bremsbandhebels H eingreift.

Dreht man die Kurbel im Sinne des Pfeiles, so spannt sich das Bremsband, indem durch den Stellhebel M der längere Bremsbandhebel nach aufsen gedrängt wird. Sobald die

Reibung zwischen Bremsband und Bremsscheibe dem Umfangswiderstande der Lastwirkung entspricht, nimmt der Hebel *M* den Bremsträger, die Bremsscheibe und das Triebrad mit herum und die Last wird aufgewunden.



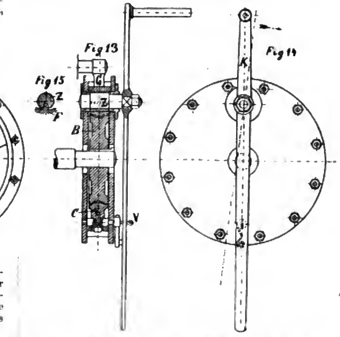
Um das selbstthätige Zurücksinken der Last unmöglich zu machen, ist auf der losen Wellenhülse, welche den Bremsträger *A* aufnimmt, gleichzeitig noch ein Sperrrad *S* angeordnet, das den Rücklauf dieser Hülse und damit den des ganzen Triebwerkes hindert, so lange die Kupplung geschlossen bleibt. Die gesperrte Bremskupplung bleibt aber im Ruhezustande geschlossen, weil sich die Differentialbremse durch die angestrebte Rücklaufbewegung der Bremsscheibe bei aufgewundener Last selbstthätig festzieht. Um die Last zu senken, muss die Kurbel etwas zurückgedrückt werden. Hierbei bleibt der durch das Sperrrad abgestützte Bremsträger *A* stehen, und es erfolgt demnach eine relative Annäherung des Stellhebels *M* gegen den Bremsträger *A*, welche die Spannungslage des Bremsbandhebels *H* verändert und die beabsichtigte Lüftung der Bremse zur Folge hat. Die Anordnung gestattet, statt der Kurbel ein Haspelrad zu benutzen.

Die Sicherheitskurbel der Duisburger Maschinenbau-Actien-Gesellschaft, D. R.-P. No. 14430, ist im Februarheft des laufenden Jahrganges der Zeitschrift S. 59 besprochen und ebendaselbst auf Tafel VI Fig. 63 durch eine Zeichnung erläutert. Die Bremskupplung derselben ist eine gewöhnliche Bandbremse, abgesehen hiervon aber die ganze Constructionsanordnung wesentlich übereinstimmend mit der Selig'schen Sicherheitskurbel, welche nur statt der Bandbremse eine Backenbremse als Kupplung benutzt. Aus der Gleichartigkeit der Constructionsanordnung ergeben sich auch die gleichen Beschränkungen für die Anwendbarkeit dieser beiden Kurbeln, welche dadurch bedingt werden, dass nicht die Antriebwelle, sondern nur die in einem besonderen Gehäuse gelagerte Kurbel während des Rücklaufes des Triebwerkes ausgekuppelt wird.

Die Selig'sche Sicherheitskurbel D. R.-P. No. 6301 ist eine wenig umgestaltete Verbesserung des Patentes No. 2505 von O. Stegmeyer. Fig. 12 giebt eine innere Ansicht der Construction bei abgehobener Deckelplatte, Fig. 13 einen Querschnitt und Fig. 14 die äußere Ansicht. An Stelle der gewöhnlichen Handkurbel ist auf der Antriebwelle eine Bremsscheibe *B* festgekeilt, die eigentliche Kurbel selbst aber, wie bereits angedeutet, auf einem besonderen Zapfen *Z* excentrisch zur Welle in einem Gehäuse gelagert, welches die Bremsscheibe lose drehbar umschliefst. Dieses Gehäuse ist auf dem Umfange der Bremsscheibe durch vier Klötze *C*, *D*, *E* und *F* centrirt, von denen *F* und *C* als Bremsbacken dienen.

Um eine seitliche Verschiebung des Gehäuses zu verhindern, ist in den Umfang der Bremsscheibe eine schwach keilförmige Nute eingedreht und die Flächen der Klötze, welche sich gegen den Umfang legen, dem entsprechend ebenfalls keilförmig ausgeführt. Die Klötze *D* und *E* sind durch Schrauben im Gehäuse befestigt, der Backen *C* dagegen kann durch eine Schraube verstellt werden, welche beim Montiren des Apparates so weit anzuziehen ist, dass das Gehäuse durch die drei Klötze *D*, *E* und *C* eine sichere Führung erhält. Der vierte Klotz *F*, der active Bremsbacken, liegt lose in der Umfangsnute der Bremsscheibe zwischen dieser und dem Drehzapfen *Z* der Kurbel und steht durch einen Zahnvorsprung auf seinen Rücken, Fig. 15, in Eingriff mit einem entsprechenden zahnförmigen Ausschnitt des Kurbeldrehzapfens.

Dreht man die Kurbel zum Aufwinden der Last in dem durch den Pfeil angedeuteten Sinne, so überträgt sich diese Drehung des Kurbelzapfens zunächst durch den Zahneingriff auf den Bremsbacken *F*, dieser wird zurückgedrängt und dadurch gegen den Umfang der Bremsscheibe gepresst. Durch den Gegendruck des Backens *C* steigert sich die Anpressung bis zur vollständigen Kupplungsklemmung zwischen der Kurbel, dem Gehäuse und der auf der Welle festen Bremsscheibe, und die Kurbeldrehung pflanzt sich auf das übrige Triebwerk der Winde fort. Das Sinken der aufgewundenen Last wird durch den gesperrten Rücklauf des Gehäuses gehindert. Die Schraubenbolzen, welche das Gehäuse zusammenhalten, bilden zu diesem Zwecke die Sperrzähne für die Klinke *G*, deren fester Drehzapfen in das Maschinengerüst eingesetzt ist. Um die Last zu senken, hat man wie bei allen vorbesprochenen



Constructionen die Kurbel zurückzuziehen. Da der Drehzapfen der Kurbel durch den gesperrten Rücklauf des Gehäuses abgestützt ist, muss das Zurückziehen der Kurbel eine Lösung der Kuppelungsbremse bewirken und der Rücklauf des Triebwerkes vollzieht sich, während Kurbel und Gehäuse still stehen. Die Geschwindigkeit des Rücklaufes lässt sich bis zur vollständigen Unterbrechung der Lastsenkung bremsen, sobald der Arbeiter die Kurbel aus ihrer Mittelstellung wieder in die Antriebrichtung, welche dem Lastaufwinden entspricht, zurückführt.

Um beim Loslassen der Kurbel eine aufgewundene Last jederzeit frei schwebend zu halten, ist der Kurbelarm nach

rückwärts verlängert und wird durch eine Feder, welche auf diese Verlängerung wirkt, selbstthätig aus der Mittelstellung in die Antriebstellung gedrängt. Diese Verlängerung gewährt noch den ferneren Vortheil, dass die eigentliche Kurbel dadurch abbalancirt wird, die erforderliche Spannfeder also sehr schwach gewählt werden kann, und dass schliefslich der Arbeiter beim Bremsen je nach Bequemlichkeit zur Regulirung der Lastsenkung den Kurbelgriff oder das entgegengesetzte Hebelende erfassen kann.

Da die Bremskupplung geschlossen wird, gleichgültig ob der Hebel nach rechts oder nach links aus seiner Mittelstellung ausweicht, ist die ganze Anordnung sowohl für rechtsläufige wie für linksläufige Kurbelwellen brauchbar. Man hat hierbei nur die Sperrklinke der Antriebrichtung entsprechend einzulegen und auch die Spannfeder des Hebels so aufzustecken, dass sie die ruhende Kurbel aus der Mittelstellung in der Drehrichtung, welche dem Lastaufwinden entspricht, vordrängt, um den selbstthätigen Schluss der Bremskupplung bei aufgewundener Last zu sichern.

Um für Winden, welche mit Doppelkurbeln ausgestattet sind, bei gelegentlicher Benutzung nur einer Kurbel zum Aufwinden kleinerer Lasten die selbstthätige, vorzüglich beim Lastsenken störende Klemmkupplung der zweiten Kurbel auszuschalten, kann man die betreffende Kurbel durch Einsetzen eines kleinen Vorsteckstiftes V in ihrer wirkungslosen Mittelstellung festhalten. Diese Vorkehrung hat indes nur wenig praktischen Werth, da aus den in den vergleichenden Schlussbetrachtungen klar zu legenden Gründen die Selig'sche Kurbel überhaupt nur für Winden mit Einzelkurbeln Berücksichtigung verdient.

Durch die Anordnung der diametral gegenüberliegenden Bremsbacken C und F bleibt die Welle bezüglich des Backendruckes entlastet, und die Flächen der Klötze sind grofs genug, um bei aufmerksamer Schmierung sehr geringe Abnutzungen eintreten zu lassen, die aufserdem jederzeit durch Nachstellen des Bremsbackens C ausgeglichen werden können.

Die excentrische Lage des Kurbeldrehzapfens in einem besonderen, auf der Antriebwelle centrirten Gehäuse schliefst für die Selig'sche Kurbel und die Sicherheitskurbel der Duisburger Maschinenbau-Actien-Gesellschaft die Anwendung eines Haspelrades an Stelle der Handkurbel aus.

Die Becker'sche Sicherheitskurbel D. R.-P. No. 7742 zeigt wie die Selig'sche Kurbel eine Verwendung von Frictionsklötzen zur Construction der Bremskuppelung. Im übrigen sind beide Anordnungen wesentlich verschieden und ist inbezug auf die specielle Ausführung dieser dritten Sicherheitskurbel von Becker auf die Mittheilungen von Pütsch im Februarhefte der Zeitschrift und auf die Fig. 64 und 65 auf Tafel VI dieses Jahrgangs zu verweisen.

Die Sicherheitskurbel von Weidtmann D. R.-P. No. 13639, Fig. 16, liefert schliefslich ein Beispiel für die Verwerthung einer Kegelbremse als Kupplungsbremse zwischen Kurbel und Triebwerk.

Die Construction stützt sich in dieser Beziehung auf denselben Grundgedanken, welchen wir bereits durch die Kölle'sche Anordnung mit Riffelscheibenkuppelung ausgeführt fanden, verlegt aber die Kegel-Frictionskupplung auf die Kurbelwelle und verwerthet das allen zuletzt besprochenen Sicherheitskurbeln gemeinsame Princip, die Bremsregulirung direct von der Handhabung der Antriebkurbel abhängig zu machen.

Auf der Kurbelwelle sitzt zwischen zwei Bunden lose der mit dem Zahntriebrade Z aus einem Stücke gegossene Hohlkegel der Bremskupplung. Der entsprechende Vollkegel ist auf der Welle verschiebbar, aber mit derselben durch Feder und Nute verbunden. Die Anpressung erfolgt durch Schraubendruck, und zwar ist zu diesem Zwecke das Ende der Welle mit flachgängigem Schraubengewinde versehen, in welches die Nabe der Antriebkurbel mit zugehörigem Muttergewinde eingreift. Dreht man die Kurbel, um die Last aufzuwinden, so schraubt sich die Kurbel zunächst auf der Welle nach links und presst den Vollkegel in den Hohlkegel, bis der Anpressungsdruck genügt, um den Umfangswiderstand

der Last durch den Reibungswiderstand der Kegelflächen zu überwinden und das Zahnrädertriebwerk durch den Schluss der Kegelkupplung mit in Umlauf zu versetzen. Der Rücklauf des Triebwerkes und das Sinken der aufgewundenen Last wird durch das Sperrrad S gehindert, welches am Vollkegel angegossen ist. Die Last sinkt mehr oder minder gebremst, sobald man durch rückläufige Umdrehung der Kurbel den Vollkegel aus seiner Kupplungsstellung zurückzieht und die Kegelflächen nur bremsend auf einander schleifen lässt, wobei ein Mitlaufen der Kurbelwelle durch den Eingriff des Zahngesperres gehindert wird und daher nur der Hohlkegel mit dem Zahntriebrade auf der stillstehenden Kurbelwelle zurückläuft.

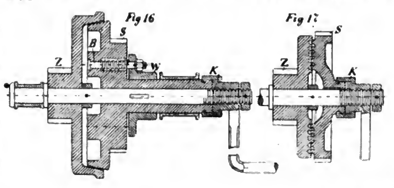
Der einseitige Einpressungsdruck der Kupplung wird in der Welle durch den Reactionsdruck der Schraubenpressung vernichtet, so dass die Welle keines Stützlagers bedarf und die Zapfenreibung nicht durch den Kupplungsdruck vermehrt wird.

Beim Lösen der Kupplung folgt die bewegliche Kupplungshälfte der zurückweichenden Kurbel unverzögert, da die Wellenhülse dieser Kupplungshälfte durch eine aus zwei Theilen bestehende, zusammengeschraubte, ringförmige Klammer K mit der Kurbelnabe verbunden ist. Um den Eingriff der geschlossenen Kupplung zu sichern, sind im Körper des Vollkegels drei Spiralfedern eingesetzt, deren Spannung durch Schraubenbolzen B regulirt werden kann. Das feste Widerlager dieser Spiralfedern bildet der Winkelring W. Eine derartige Sicherung dürfte bei genügend kleinem Kegelwinkel und geringer Steigung der Druckschraube vollkommen entbehrlich sein, und Weidtmann selbst giebt eine zweite Anordnung seiner Sicherheitskurbel, Fig. 17, ohne diese Federspannung an, welche sich sonst von der ersten nur dadurch unterscheidet, dass die einfachen Kegel durch Riffelscheiben ersetzt sind. In dieser Form ist die Construction so zusammengedrängt, dass der ganze Apparat leicht auf dem frei tragenden Ende der Kurbelwelle aufserhalb des Windengerüstes angeordnet werden kann. Im übrigen gestattet die Construction, wie ohne weiteres ersichtlich, gleich verschiedenen der vorstehend besprochenen, statt der Kurbel ein Haspelrad anzuwenden.

Die Weidtmann'sche Kurbel erscheint sehr solide und zuverlässig construirt und zeichnet sich dadurch aus, dass die Gefahr einer Störung ihrer Wirksamkeit durch Feder- oder Bremsbandbruch vollständig ausgeschlossen ist. Die Anpressung durch Schraubendruck gestattet eine sehr ruhige Lösung der Bremskupplung zum Lastsenken und vermindert die Unregelmäfsigkeiten in der Regulirung des Bremswiderstandes, da sich kleine Schwankungen in der Gröfse des Reibungswiderstandes während der Bremsperiode durch die Schraubenumsetzung am Kurbelgriffe weniger fühlbar machen, als bei directer Hebeleinwirkung.

Bei allen vorliegenden Constructionen hängt die Sperrung der aufgewundenen Last von dem Eingriffe des Sperrkegels ab, der den Rücklauf der Sicherheitskurbeln hindert. Mit Bezug hierauf scheint es geboten, unbefugte Auslösungen dieser Sperrkegel dadurch zu hindern, dass man das Ausheben der Klinken durch einen Anschlagstift unmöglich macht.

Für alle Winden mit Doppelkurbeln ist nur für eine der beiden Kurbeln eine Sicherheitskurbel mit Frictionskuppelung anzuwenden; denn ordnet man zwei solcher Sicherheitskurbeln



an, so schafft man damit auch zwei getrennte Bremswerke für die Winde, die beide für die Lastsenkung gelüftet werden müssen, da sie die Eigenschaften der Lösungsbremsen besitzen und in ruhendem Zustande gespannt sind. Solche Doppelbremsen sind aber nicht allein überflüssig, sondern wirken sogar störend, weil eine einheitliche Regulirung derselben durch zwei verschiedene Arbeiter kaum zu erzielen ist. Verbindungen einer Sicherheitskurbel mit einer gewöhnlichen Kurbel sichern nur für beide Kurbeln gleichzeitig den Vortheil des Stillstandes während der Lastsenkung, wenn die Antriebwelle selbst während des Lastniederganges ausschaltbar ist und stillsteht, und nicht etwa, wie bei den in einem besonderen Gehäuse centrisch oder excentrisch zur Welle gelagerten Sicherheitskurbeln, nur dieses Gehäuse aus dem Umlaufe des Triebwerks ausgeschaltet wird.

Aus diesem Grunde sind insbesondere die Selig'sche Kurbel und die Sicherheitskurbel der Duisburger Maschinenbau-A.-G. ebenso wie die von Gauhe und die von Beck nur für Winden mit Einzelkurbeln zu verwerthen, und diese Beschränkung in der Anwendbarkeit trifft demnach mit der bereits früher hervorgehobenen Beschränkung zusammen, dass die genannten Constructionen Haspelradantrieb ausschliefsen, während alle übrigen Sicherheitskurbeln für Winden mit Doppelkurbeln als zweite Kurbel die Anordnung einer gewöhnlichen Kurbel zulassen und auch für Haspelradantrieb durchaus brauchbar sind, sobald man die Kurbel selbst nur durch ein Haspelrad ersetzt.

Wir gelangen nach den vorstehenden Untersuchungen zu folgenden Schlussbetrachtungen.

Der Vortheil der Handbremsen, den Bremswiderstand und damit die Senkgeschwindigkeit der Last innerhalb weiter Grenzen ganz beliebig verändern zu können, ist andererseits mit der grofsen Gefahr verbunden, dass bei fahrlässiger Bedienung der Bremse die Last die zulässigen Geschwindigkeiten überschreitet und Sturzbewegungen annimmt, als deren mittelbare Folgen bei plötzlicher Hemmung des Lastniederganges Beschädigungen der Last selbst, Ketten- und Zahnradbrüche auftreten. Bei frei umlaufenden Kurbeln ist hiermit die fernere, und besonders für die Arbeiter gröfsere Gefahr verknüpft, dass sich die Centrifugalkraft der Kurbeln bis zu Kurbeldeformationen und Kurbelbrüchen steigert, welche tödtliche Verletzungen herbeiführen können. So einfach die Bedienung der Bremsen erscheint, so sehr zeigen doch die praktischen Erfahrungen, dass die angedeuteten Gefahren thatsächlich vorhanden sind. Man findet daher sogar vorhandene Handbremsen nicht selten gar nicht benutzt, sondern zieht es zum Theil vor, der Sicherheit halber das Senken der Last durch das Zeit und Kraft raubende Zurückkurbeln des Triebwerkes zu bewirken.

Soweit einfache Handbremsen zur Verwendung gelangen, verdient das Constructionsprincip der Sperrradbremsen den unbedingten Vorzug; doch setzt die Anordnung dieser Bremswerke voraus, dass die Umlaufsrichtung der Bremswelle für die Periode des Lastaufwindens stets unverändert bleibt.

Die Sperrradbremsen vereinfachen die Bedienung der Winde durch die Vereinigung von Sperr- und Bremswerk und erhöhen die Sicherheit, da der Rücklauf des Triebwerkes stets selbstthätig gesperrt ist, bis die Lüftung der Bremse erfolgt. Die drei verschiedenen Constructionsausführungen derartiger Bremswerke, welche wir besprochen haben, erscheinen gleichwerthig, sobald man für die Ausführung der Details diejenigen Rücksichten beobachtet, welche wir bei der eingehenderen Erörterung hervorgehoben haben.

Die Sperrradbremsen ermöglichen ferner für Winden mit gewöhnlichem Räderwerke die Anwendung eines einfachen Riementriebes mit fester und loser Scheibe und verdienen hierfür ganz besondere Beachtung. Der Antrieb der Winde erfolgt durch die feste Scheibe, die Ausrückung des Riementriebes kann aber jederzeit geschehen, ohne dass die Last zurücksinkt, und während der Riemen auf der losen Scheibe läuft, lässt sich die Lastsenkung durch Lüftung der Sperrradbremse bewirken und reguliren. Dabei ist die Anordnung derart zu treffen, dass die Riemenausrückung und die Lüftung des Bremshebels durch denselben Mechanismus bewirkt werden, so jedoch, dass die Lüftung der Bremse erst möglich wird, nachdem der Riemen auf die lose Scheibe übergeführt ist und umgekehrt der Bremshebel sich wieder in der Ruhelage befindet und die Bremse vollständig gespannt ist, bevor die Ueberführung des Riemens von der losen auf die feste Scheibe erfolgen kann.

Die Construction der Sicherheitskurbeln beseitigt von den beiden Gefahren, welche mit Handbremsen verbunden sind, nur die eine, die für die Arbeiter selbst, durch die Zwangsausschaltung der Kurbel beim Rücklauf des Triebwerkes, aber inbezug auf die Sicherheit gegen die Ueberschreitungen der zulässigen Lastsenkgeschwindigkeit gewähren auch diese Anordnungen mit eingefügter Bremskuppelung keine gröfseren Vortheile als die getrennten Sperrradbremsen. Unter den besprochenen Constructionen verdienen diejenigen den Vorzug, welche sich für Winden mit Doppelkurbeln mit einer gewöhnlichen Kurbel vereinigen lassen und mit diesem Vortheil, wie wir gezeigt haben, auch noch gleichzeitig die schätzenswerthe Eigenschaft verbinden, für Winden mit Haspelradantrieb ebenso brauchbar zu sein, wie für Windewerke mit Handkurbeln. Gerade für hochgelegene Winden mit Kettenantrieb erscheint die Vereinigung des Antriebsorgans mit einem Sperr-Bremswerk zu einem gemeinsamen Maschinenorgan, wie es in dem Constructionsprincipe der Sicherheitskurbeln zur Ausführung gebracht ist, von grofser Bedeutung durch die Vereinfachung, welche die Bedienung solcher Winden hierdurch erfährt.

Eine vollkommen zuverlässige Regulirung der Senkgeschwindigkeit lässt sich nur durch selbstthätige Bremsen erreichen, deren Wirkungsweise wir in unserer ersten Abhandlung über neuere Bremsen klar gelegt haben.

Für gröfsere Winden mit Handbetrieb empfielt sich die Anwendung einer Sicherheitskurbel in Verbindung mit einem Centrifugalbremsregulator, für Winden mit Dampfbetrieb die Anordnung einer Sperrradbremse mit Centrifugalbremsregulator, für kleine, möglichst gedrängte Windenconstructionen eine selbstthätige Lastdruckbremse.[1]

Oelprobirmaschine von Klein, Schanzlin & Becker.[2]

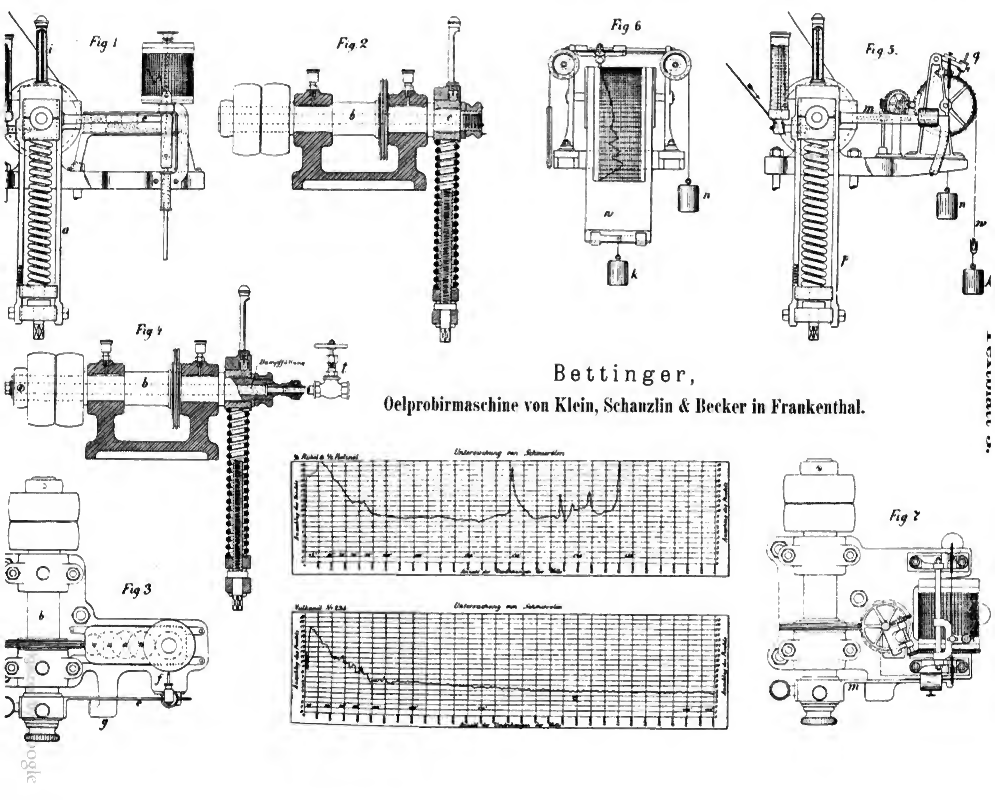
Nach einem Vortrage des Hrn. J. Bettinger
gehalten im Pfalz-Saarbrücker Bezirksverein am 7. Mai 1882.
(Hierzu Textblatt No. 3.)

Das Bedürfnis nach einem Apparate, mittelst dessen man im Stande ist, von verschiedenen Oel- oder Fettsorten diejenige mit Leichtigkeit und Sicherheit herauszufinden, welche den jeweilig gegebenen Geschwindigkeits- und Druckverhältnissen am besten entspricht, ist in der Grofsindustrie ein längst gefühltes, besonders wenn der jährliche Verbrauch an Schmiermaterialien einen Werth darstellt, der oft in die Tausende, ja Zehntausende geht, wie z. B. bei Hütten- und Eisenbahnbetrieben. Diesem Bedürfnisse entsprechend entstand denn auch im Laufe der Zeit eine Anzahl mehr oder minder sinnreicher Apparate, die jedoch insgesammt an dem Hauptübelstande litten, dass der Reibungswiderstand nicht direct abgelesen, sondern nur die Temperaturerhöhung der reibenden Theile gemessen und von dieser Rückschlüsse auf die Gröfse des Reibungswiderstandes gezogen werden konnten. Es war

[1] Die geringe Zahl der Constructionsformen, welche bisher für selbstthätig wirkende Lastdruckbremsen erfunden sind, gewährte dem Verfasser in der ersten Abhandlung über neuere Bremsen nur die Möglichkeit, die Weston'sche und die Becker'sche Ausführung mit Drucklager zu berücksichtigen. Inzwischen ist noch eine Construction von Edwards in Cardiff bekannt geworden und bereits unter den neuesten Patentberichten in der Wochenschrift des Vereines in No. 21 a. c. als D. R.-P. No. 17 246 mitgetheilt und durch Zeichnungen erläutert.

Die Gesammtdisposition der Construction steht der Weston'schen Anordnung sehr nahe, dürfte aber nach Ansicht des Verfassers geringere Sicherheit für eine gleichförmige Lastsenkung bieten. Bei der Weston'schen Winde hängt die Geschwindigkeit der Lastsenkung lediglich von der Geschwindigkeit ab, mit welcher der Arbeiter das Haspelseil zurückzieht, und die Frictionskupplung bleibt geschlossen. Bei der Edwards'schen Bremse hat ein plötzlich verstärkter Seilzug während der Lastsenkung eine plötzliche Lösung der Frictionskupplung zur Folge, und damit treten alsdann ruckweise, wenn auch nur kurze Laststurzbewegungen ein, da sich die Frictionskupplung alsbald wieder selbstthätig schliefst.

[2] Siehe auch Zeitschrift 1882 Heft 7.


Fig 1
Fig 2
Fig 3
Fig 4
Fig 5.
Fig 6
Fig 7
Dampfzuleitung
Untersuchung von Schmierölen
Untersuchung von Schmierölen
Vulkanöl № 234
Bettinger,
Oelprobirmaschine von Klein, Schanzlin & Becker in Frankenthal.

dies ein Verfahren, welches in allen Fällen ein ungenaues Ergebnis lieferte, sehr oft aber geradezu zu Trugschlüssen führte, denn durch die Oeluntersuchungen mit dem nachfolgend beschriebenen Apparate ist nachzuweisen, dass bei gewissen Oelsorten Temperatur und Schmierfähigkeit innerhalb gewisser Grenzen gleichzeitig zu- und abnehmen, ferner, dass sich das gleiche Oel unter verschiedenem Drucke ganz verschieden verhält, indem gewisse dünnflüssige Oele sich für grosse Tourenzahlen und geringen Druck, wie z. B. bei Spinnereimaschinen, vorzüglich, dagegen für hohen Druck, wie bei Locomotiven, Fördermaschinen u. s. w., gar nicht eignen, während dickflüssige Oele dagegen wieder bei hohem Drucke besser sind.

Im Jahre 1873 construirte ein Amerikaner namens Thursten, Professor an einem polytechnischen Institut in New-York, auf Anregung eines Preisausschreibens einen Apparat, der durch ein Pendel den Ausschlagwinkel an einem Segmente ablesen liess. Dieser Apparat ist jedoch noch ebenso unvollkommen wie in seiner Handhabung unbequem und umständlich, indem während der ganzen Zeit der Untersuchung beständig Jemand bei demselben stehen und in bestimmten Zeitintervallen den Ausschlagwinkel notiren muss.

Um diesem Uebelstande abzuhelfen, brachte Hr. Ingenieur Lux an dem Apparate von Thursten einen selbstregistrirenden Schreibapparat an, welcher den Reibungswiderstand graphisch wiedergiebt, ähnlich wie die Indicatoren die Dampfarbeit.

In Textblatt 3, Fig. 1, 2 und 3 ist der Apparat in seiner ursprünglichen Form mit der Lux'schen Verbesserung dargestellt. Das Pendel *a* wird auf eine rotirende Welle *b* gesteckt und durch die Reibung am Zapfen *c* aus der senkrechten Lage in eine geneigte gebracht. Die Gröfse des Neigungswinkels mit der Senkrechten bildet den Mafsstab für die Gröfse des Reibungswiderstandes am Zapfen. Die Lagerschalen des Pendels werden mittelst einer Feder unter einem bestimmten Drucke, welcher dem jeweiligen Drucke in der Praxis entspricht, angepresst und die Umfangsgeschwindigkeit des Zapfens ebenfalls mit den Anforderungen der Praxis in Einklang gebracht. Der Ausschlagwinkel wird durch den rechtwinklig zum Pendel befestigten Arm *e* mittelst eines Stiftes auf eine Papierrolle übertragen, die durch Räderübersetzung von der Welle *b* aus sehr langsam bewegt wird, und zwar beträgt die Uebersetzung zwischen Trommel und Antriebwelle 1 : 30000. Der Stift *f* zeichnet selbstthätig eine übersichtliche und genaue Curve, und bietet diese Curve einen klaren Einblick in die Schmierfähigkeit des Oeles für die Zeitdauer einer oder mehrerer Stunden.

Auf derselben Zeichnung sind zwei solcher Curven, von verschiedenen Oelsorten herrührend, abgebildet. Die zwei oblongen Flächen stellen von der Trommel abgewickelte Papierstreifen dar, und entsprechen die senkrechten Linien je 1000 Touren der Antriebwelle. Die Lagerschalen waren bei beiden Curven mit etwa 500^{kg} angepresst. Die vielen Spitzen und Unregelmäfsigkeiten der oberen Curve rühren von den dem Rüböl beigemengten organischen Stoffen her. Auch konnte hier die Trommel keine vollständige Umdrehung machen, weil bei etwa 23000 Touren das Pendel den Anschlag *g* berührte und die Temperatur zu rasch stieg. Die untere Curve dagegen, von Vulknnöl herrührend, fällt sehr bald und hält sich bis zum Ende ziemlich gleichmäfsig tief.

Das Thermometer *i* giebt die Temperaturerhöhung an, und wird die Quecksilberkugel der raschen Wärmeleitung halber zweckmäfsig in dünne Feil- oder Drehspäne eingehüllt.

Die Firma Klein, Schanzlin & Becker in Frankenthal hat die Ausführung des Apparates übernommen, denselben durch erhebliche Verbesserungen weiter ausgebildet und vor allem auch für die Untersuchung consistenter Fette dadurch eingerichtet, dass die Welle *b* in Fig 4, Textblatt 3, hohl gemacht und mittelst einer drehbaren Stopfbüchsenmuffe mit einem Dampfrohr in Verbindung gebracht wurde. Die zweite Stopfbüchsenmuffe bei den fliegenden Riemenscheiben hat den Zweck, das Condensationswasser ableiten zu können. Es ist diese Vorrichtung hauptsächlich für Grubenhunde und Transmissionen, die ja meistens mit diesem Materiale geschmiert werden, wichtig. Durch Oeffnen und Schliefsen des Ventiles *t* kann dem Zapfen jede beliebige Temperatur mitgetheilt werden, wodurch man auch in der Lage ist, das Verhalten verschiedener Oelsorten nach eingetretenem Warmlaufen zu beobachten, was ja besonders beim Eisenbahnbetriebe von Wichtigkeit ist.

Ferner wurde die Zuführung des Schmiermaterials unterhalb des Zapfens bewerkstelligt und das Schmiergefäfs mit einer Scala versehen. Sodann zeigte es sich noch wünschenswerth, den Apparat so einzurichten, dass die Versuche beliebig lange fortgesetzt werden können. Zu diesem Zwecke wurde die Trommel, wie in Fig. 5, 6 und 7, Textblatt 3, abgebildet, horizontal angeordnet und die Uebersetzung zwischen Welle und Trommel durch zwei Schnecken und eine Zahnradübersetzung vermittelt. Ein Papierstreifen *w* wird beliebig oft um die Trommel gewickelt und das freie Ende durch ein Gewicht *k* straff heruntergezogen. Durch den Arm *m* und das Gegengewicht *n* wird je nach der Bewegung des Pendels *p* des Stift *q* auf der Trommel hin- und herbewegt.

In einzelnen Fällen hat man verlangt, die Lagerschalen statt durch die Spannfeder durch symmetrisch angeordnete Hebel mit Belastungsgewichten an den Zapfen anzupressen, doch dürfte die erstere Anordnung der gröfseren Empfindlichkeit des Ausschlages halber vorzuziehen sein. Zum Schlusse sei noch erwähnt, dass die vorstehend beschriebenen Apparate nicht nur dazu dienen, unter diversen Oelen das beste herauszufinden, sondern auch zur Controle, ob die Nachlieferungen auch den Proben entsprechen, indem die Curven gleicher Oele stets bei gleichen Druck- und Geschwindigkeitsverhältnissen wenigstens annähernd gleiche Curven ergeben müssen.

Eisenhüttenkunde.

Die Entphosphorung des Eisens unter besonderer Berücksichtigung der Deutschen Reichspatente.

(Schluss von Seite 539.)

3. Constructionsveränderungen der Bessemerapparate.

Bei Ausübung des basischen Verfahrens haben sich im Laufe der Zeit verschiedene constructive Abänderungen, besonders an der Bessemerbirne, als vortheilhaft erwiesen (vergl. auch Zeitschrift 1881, S. 45, 318, 388). Die verhältnismäfsig schnelle Zerstörung des Futters (der Totalverbrauch an feuerfestem Material beträgt 45^{kg} pro 1^{t} erblasenen Stahls), welche die Ausführung des basischen Processes nach sich zieht, sowie die grofsen Mengen Schlacken, welche durch Neutralisirung des zu Kieselsäure oxydirten Siliciums vermittelst der basischen Zuschläge entstehen, haben zu verschiedenen Einrichtungen geführt, um trotzdem die Productionsfähigkeit eines Bessemerwerkes mit basischem Betriebe auf derselben Höhe wie beim sauren Betriebe zu halten. In erster Reihe gehören hierher die Vorschläge des Amerikaners Holley, welcher die reparaturbedürftige Birne ohne weiteres aus dem Tragering entfernt und zu einem besonderen Reparaturschuppen schafft, wogegen eine neue vorgewärmte Birne in den Tragering eingehangen wird (vergl. auch die Patentschriften No. 12830, 11361 † und 13696 von Holley, Daelen und Middleton Justice). Melaun hielt es für zweckentsprechend, den Mantel der Birne in einzelne Ringe und diese Ringe wieder in einzelne Stücke zu theilen, so dass beim Durchbrennen des Futters das Mantelstück an der gefährdeten Stelle entfernt und diese von aufsen reparirt werden kann (vergl. D. R.-P. No. 13966 †). Um eine Birne, deren Futter stark angegriffen ist, wieder betriebsfähig zu machen, ohne dieselbe abzukühlen, drehen Hoerde und Ruhrort (vergl. D. R.-P. No. 14005) die noch heifse Birne, nachdem Koks eingeworfen und die Mündung mit einem Roste versehen ist, so weit herum, dass der Boden nach oben steht, nehmen das ganze Bodenstück ab und hängen in das Innere der Birne eine gusseiserne hohle Lehre hinein, so dass dieselbe durch die in dem Halse der Birne befindlichen Koks von innen erwärmt werden kann. Der Raum zwischen dem weggebrannten Futter und der Lehre wird nun mit einer mit Theer angemachten basischen Masse ausgefüllt und festgestampft. Sodann werden frische Koks nachgefüllt und die Lehre von innen geheizt, so dass das Futter mit der Füllmasse fest zusammenbackt. Nach Entfernung des Rostes und der Lehre und Befestigung des mittlerweile ausgebesserten

Bodenstückes ist die Birne wieder benutzbar. Nach dem Patente No. 15716 von Melaun wird der Boden in die Birne derart eingesetzt, dass er mit dem Futter in aufrechtstehender Stellung eine horizontale Fuge bildet. Dabei ist der Birnenmantel in Höhe dieser Fuge durchbrochen, um letztere von aufsen durch Mauerung dichten zu können. Die Vorrichtung bezweckt eine leichte Abdichtung der Böden gegen das Futter, wenn eine Auswechselung derselben im Betriebe nothwendig wird.

Um beim Ersatze verbrannter Düsen auch die im Boden um die Düsen herum weggefressene Stelle wieder mit Futtermasse ausfüllen zu können, lässt Melaun nach dem Patente No. 15088 durch die Birnenhaube einen eisernen Gegenhalter bis auf den Boden der Birne hinab und presst dann eine mit plastischem Kopfe versehene Düse mittelst eines Stempels in ihren Sitz hinein. Der Stempel besitzt Nadeln, welche die Windkanäle der Düse offen halten.

Eine Hauptbedingung für den ökonomischen Betrieb des basischen Processes ist möglichst schnelle Fortschaffung der grofsen Schlackenmengen. Holley legt deshalb grofses Gewicht auf den Fortfall der tiefen Giefsgruben und ordnet die Giefssohle in Höhe des Hüttenniveaus an, um die Schlacke in Wagen entleeren und sofort aus der Giefshalle entfernen zu können. Diese Einrichtung findet sich z. B. in sehr vortheilhafter Weise verwirklicht bei den Bethlehem Iron and Steel Works in Nordamerika. Um ferner einer Verstopfung oder einer einseitigen Abnutzung des Birnenhalses durch sich ansetzende Schlacke vorzubeugen, verwendet man in Wittkowitz eine zur Längsaxe vollständig symmetrisch gebaute Birne, bei welcher die Mundöffnung senkrecht über dem Boden liegt. Man kann eine so construirte Birne nach beiden Seiten hin in die parallel der Kippungsebene unter der Birne laufende Giefspfanne entleeren. Zu demselben Zwecke mauerte man früher den Birnenhals mit sauren Ziegeln aus und trennte letztere von den basischen Ziegeln durch irgend eine neutrale Schicht, wie z. B. Graphit.

Zur Darstellung des basischen Processes in der Birne werden in folgendem die Analysen einer am 30. Juni 1880 in Hoerde geblasenen Hitze und das Diagramm des Verlaufes derselben mitgetheilt. Die Angaben sind dem Vortrage des Hrn. Director J. Massenez vor dem Iron and Steel Institute auf der Herbst-Versammlung in Düsseldorf im Jahre 1880 entnommen. Die Einzelheiten der Hitze sind folgende:

870 kg	weifses Puddelroheisen		von Hoerde.
780 »	graues	»	» »
597 »	weifses	»	» Metz & Co.
655 »	»	»	» de Wendel & Co.
595 »	Stahlabfälle.		
260 »	Spiegeleisen.		
60 »	Ferromangan.		
3817 kg	Beschickung im ganzen.		

700 kg (17,29 pCt.) Kalk.
595 » (19,30 ») Schlacke.
3070 » (81,52 ») Stahl.

9 Min. 15 Sec. Blasezeit bis zum Verschwinden der Kohlenstofflinien.

10 Min. 45 Sec. Nachblasen mit Probenahme.

12 Min. 5 Sec. Spiegeleisenzusatz, darauf nochmals durchgeblasen.

*) In dem Diagramm entsprechen die senkrechten Linien den Procentgehalten der Verunreinigungen, die horizontalen Linien der Zeitdauer des Processes.

Analyse der Metallproben der Hitze.

	Roheisen.	nach 2 Minuten.	nach 4 Minuten.	nach 6 Minuten.	nach 8 Minuten.	9 Min. 15 Sec. Beginn des Nachblasens.	10 Min. 45 Sec.	11 Min. 45 Sec.	11 Min. 55 Sec. Spiegelzusatz.	12 Min. 5 Sec. Metall fertig.	Analyse des Spiegeleisens.
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l
Si	0,66	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	0,67
C	2,63	2,32	2,48	1,70	0,70	0,12	0,15	0,10	0,09	0,21	4,01
Mn	0,52	0,43	0,42	—	0,30	0,25	0,19	0,17	0,12	0,46	11,25
P	1,28	1,32	1,29	1,25	1,22	1,16	0,48	0,07	0,04	0,02	0,21
S	0,29	0,26	0,27	—	0,22	0,33	0,33	0,20	0,16	0,09	Sp.
Cu	0,01	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	0,08	0,28

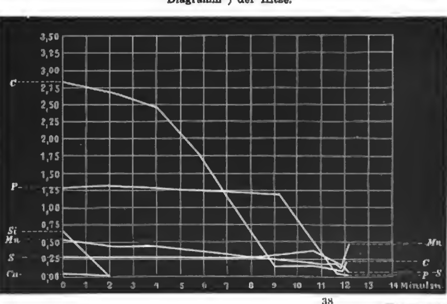
Analyse der Schlacken der Hitze.

	b	c	d	e	f	g	h	i	k
SiO_2	18,47	18,05	17,16	21,25	14,85	11,32	10,90	9,85	9,72
P_2O_5	1,09	1,81	2,37	3,46	5,55	12,41	13,68	12,80	10,88
Al_2O_3	0,49	0,38	0,82	0,72	0,49	0,39	1,83	1,68	2,21
Fe_2O_3	0,80	0,80	1,18	1,81	2,34	0,57	2,95	4,94	3,81
FeO	4,21	3,69	3,24	2,90	5,42	4,45	11,21	12,27	8,38
MnO	1,91	2,20	2,43	2,98	2,08	1,96	2,15	2,07	5,93
CaO	67,81	68,02	67,19	61,62	64,00	63,22	51,01	49,55	49,75
MgO	4,24	4,37	4,80	4,64	3,66	4,37	5,29	5,08	6,42
CaS	0,47	0,63	0,76	0,90	0,92	0,83	1,65	1,98	2,26
	100,12	100,35	99,75	100,46	99,51	99,63	100,67	100,22	99,56

In obigen Schlacken sind enthalten:

	b	c	d	e	f	g	h	i	k
P	0,47	0,78	1,02	1,51	2,42	5,42	5,97	5,59	4,75
Fe	3,83	3,30	3,35	3,52	6,00	4,85	10,14	13,04	9,34
Mn	1,45	2,17	1,82	2,31	1,61	1,52	1,66	1,60	4,59
S	0,21	0,28	0,24	0,40	0,41	0,37	0,73	0,68	1,00

Diagramm*) der Hitze.



Das fertige Metall zeigte folgende Zusammensetzung:

Si	. . .	Spur
C	. . .	0,24 pCt.
Mn	. . .	0,44 »
P	. . .	0,02 »
S	. . .	0,09 »
Cu	. . .	0,08 »

(Im Laufe der Zeit hat sich der Abbrand bis auf 15 pCt. ermäfsigt.)

4a. Die Entphosphorung in Herdöfen.

Das Entphosphorungsverfahren ist von Hoerde und Ruhrort unter Benutzung der basischen Futter auch auf den Siemens-Martin-Ofen übertragen worden. Nach den betreffenden Patenten No. 11389 und 11390 wird in das in einem basischen Herde eingeschmolzene Roheisenbad eine feuerfeste Düse eingetaucht, durch welche Gebläseluft in das Metallbad so lange eingeführt wird, bis der verlangte Grad der Entkohlung und Reinigung eingetreten ist. Die Düse kann aus einer Mischung von magnesiahaltigem Kalk mit Theer, oder von Kalk mit Wasserglas hergestellt werden. Die basische Schlacke spielt auch hier die Hauptrolle. Statt des gewöhnlichen Roheisens kann man auch gefeintes Roheisen nach diesem Verfahren behandeln. Beim Verfrischen von phosphorhaltigem Roheisen im Puddelofen verwendet die Gutehoffnungshütte (vergl. D. R.-P. No. 7826) als Zuschlag mangan- und kalkreiche Hohofen-, Bessemer- und Kupolofenschlacke; durch dieselbe wird eine schnellere Auflösung des Eisenoxydoxyduls in der schon fertig hinzugefügten Schlacke und eine dadurch hervorgerufene schnellere Oxydation der schädlichen Beimengungen im Roheisen bezweckt.[1])

4b. Die Entphosphorung während der Vorbereitungsarbeiten zum Frischen.

Hier wird eine Entphosphorung durch die Einwirkung basischer Oxyde auf den im Roheisen enthaltenen Phosphor bezweckt, ohne dass dabei eine Verminderung des Kohlenstoffgehaltes eintritt.

Krupp leitet das phosphorhaltige Roheisen direct aus dem Hohofen oder aus einem Umschmelzofen in einen rotirenden, feststehenden oder Schaukelofen (vergl. D. R.-P. No. 4391, 8184 und 8185), deren Futter aus den basischen Oxyden des Eisens oder Mangans oder aus einer Mischung von beiden besteht und in welche überdies noch solche Oxyde als Zuschäge eingeführt werden. Beginnen die Oxyde den Kohlenstoff anzugreifen, so wird das Eisen in flüssigem Zustande unter Zurückhaltung der Schlacke in einen anderen beliebigen Frischofen abgestochen. Das Product ist ein gefeintes entphosphortes Roheisen, dessen Kohlenstoffgehalt nur unwesentlich angegriffen ist. (Vergl. Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleifses 1879, S. 203.) Die oxydirende Wirkung der Oxyde lässt sich durch Einführung von Gebläseluft in das Roheisenbad verstärken (vergl. D. R.-P. No. 10680). O. Helmholtz in Bochum (D. R.-P. No. 6078†) lässt das Roheisen in einem mit zickzackförmigen Rinnen versehenen Flammofen unter einem Strom von Schlacke, vorwiegend aus Eisenoxyden bestehend, herfliefsen, so dass sich beide Ströme nach entgegengesetzten Richtungen hin bewegen. Das Futter der Rinnen, durch welche das Roheisen fliefst, besteht entweder aus Eisenoxyden oder Kohle, je nachdem ein geringerer oder gröfserer Gehalt an Kohlenstoff im Endproduct verlangt wird. J. Berchelmann in Pfungstadt (D. R.-P. No. 3022†) will eine innige Berührung von eisen- und manganoxydreichen Schlacken mit dem Roheisen dadurch erzielen, dass er letzteres in einem cylindrischen, mit basischem Futter ausgekleideten Schaukelofen, welcher in der Mitte durch eine Brücke in zwei Herde getrennt ist, behandelt. Beim Schaukeln des Ofens fliefst zuerst die Schlacke über die Brücke aus dem einen Ofenherd in den anderen und folgt bei stärkerer Neigung das specifisch schwerere Roheisen, wobei letzteres durch die ihm vorhergegangene Schlacke hindurchtritt. Statt einen besonderen Ofen zu benutzen, lässt Emil André in Coblenz (D. R.-P. No. 9635) das Roheisen direct aus dem Hohofen in eine mit basischem Futter versehene Pfanne fliefsen, welche mit Stücken von manganreichen Eisenoxyden oder Manganerzen ausgesetzt sind. Das Pfannenfutter besteht aus todtgebranntem Dolomit, welchem als Bindemittel etwa 2 pCt. eines frisch angerührten Breies von gebranntem Kalk und Schwefelsäure beigemengt sind. Die Wirkung der Oxyde kann durch Zuschlag von gepulvertem Braunstein zu dem einfliefsenden Roheisen verstärkt werden. J. Barnstorf und H. Schulze-Berge in Oberhausen versuchen eine Entphosphorung des Roheisens, des Stahls oder Eisens in der Weise, dass sie flüssige Haloïdsalze der Erdalkalien unter Abschluss der Luft durch das Metallbad treiben (vergl. D. R.-P. No. 5152†). Emil Servais und Mathias Feltgen in Luxemburg wenden zu demselben Zwecke eine Mischung von Wasserdampf mit den Destillationsproducten von Steinkohle oder Petroleumrückständen und pulverförmiger Kohle an. Diese Mischung wird dem Metallbade durch den Boden eines Schmelztiegels zugeführt (vergl. D. R.-P. No. 6271†).

Auf eine Entphosphorung des Roheisens in Schachtöfen (Kupolofen 4c. und Hohofen 4d.) beziehen sich 5 Patente. Nach dem Verfahren von Krupp (D. R.-P. No. 7117†) wird das Roheisen in einem Kupolofen unter Zuschlag von basischen Eisenoxyden mit oder ohne Zusatz von Manganoxyden und Kalk niedergeschmolzen. Die Wände des Kupolofens werden mit irgend einem basischen Material ausgekleidet oder sie bestehen aus einem durch Wasser gekühlten doppelten Eisenmantel. In letzterem Falle muss der Sammelraum ein basisches oder neutrales (z. B. Kohlen-) Futter besitzen. Durch möglichst lange Berührung der herunterschmelzenden Massen unter einander, welche durch eine hohe Düsenanordnung oder durch Etagenöfen befördert wird, wird der Phosphor oxydirt und in die Schlacke geführt. Nach dem Patente No. 6788† von Nicolas Cordier in Paris werden die für den Kupolofenbetrieb bestimmten Schmelzkoks mit Petroleum getränkt, zum Zwecke der Verflüchtigung von Phosphor, Schwefel und Arsen durch den bei der Verbrennung der so vorbereiteten Kohle entstehenden Ueberschuss an freiem Wasserstoffe.

Die drei letzten hier noch zu erwähnenden Patente von Siegfried Stein in Bonn bezwecken die Herstellung eines phosphorfreien Roheisens im Hohofen (vergl. Zeitschr. 1880, S. 139). In dem Patente No. 4713† werden als Zuschläge kali- und titanhaltige Substanzen (Titankoks) unter gleichzeitiger Einführung von Wasserdampf in den Hohofen oberhalb der Reductionszone empfolen. Erstere erzeugen Cyankali- und Cyantitanverbindungen, welche durch den Wasserdampf zersetzt werden, so dass das gebildete Cyanammonium den Phosphor der Erze verflüchtigen oder in die Schlacke führen kann. Um die Schlacken basischer und für die Aufnahme des Phosphors fähiger zu machen, schlägt man zur Beschickung magnesiahaltigen Kalkstein (vergl. D. R.-P. No. 8607†). Die Basicität der Schlacken kann durch Zuschlag von Bauxit oder Witherit noch mehr erhöht werden (vergl. D. R.-P. No. 9499†).

Die vorbesprochenen 65 Patente geben ein Bild der von Erfolg gekrönten Bestrebungen der Eisenhüttenleute in den letzten 5 Jahren, den noch vor nicht langer Zeit gröfsten Feind des Eisens, den Phosphor, unschädlich zu machen. Vergleicht man die einzelnen den Frischprocess betreffenden Patente mit einander, so findet man, dass alle ihr Hauptgewicht auf die Verwendung eines bei höchster Temperatur gebrannten basischen Ofenfutters und basischer Zuschläge behufs Herstellung einer basischen Schlacke legen. Der Grund für die geringen Unterschiede, welche einzelne Patente gegen einander aufweisen, dürfte in vielen Fällen lediglich in der Absicht zu suchen sein, sich von den Thomas'schen bezw. Hörder und Ruhrorter Patenten unter Benutzung der durch diese angegebenen und sich bewährt habenden Materialien und Verfahren unabhängig zu machen und die erheblichen Licenzgebühren zu sparen. Da nun die Bemühungen zur Aufsuchung anderer als der Thomas'schen Grundmassen und Verfahren vergeblich waren, so suchte man vielfach Schutz unter dem Mantel der Nebenbestandtheile, der Bindemittel und Zuschläge, und bei der Wahl dieser mögen wohl auch viel der Zufall und Analogien mit anderen bekannten hüttenmännischen Processen mitgespielt haben. Der praktische

[1]) Vergleiche inbezug auf die Entphosphorung in Herdöfen auch die schon erwähnten Patente No. 9898 und 1325.

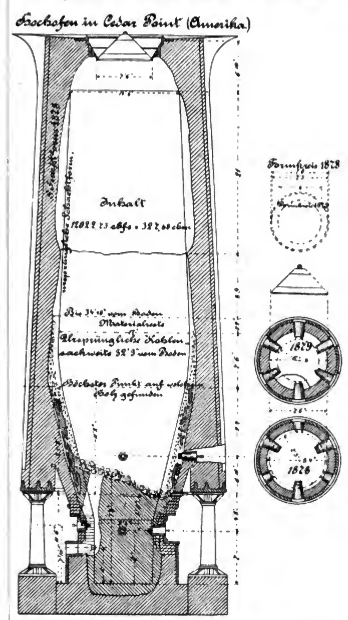
Werth dieser Patente dürfte aber nur ein geringer sein. Auf den Hohofenbetrieb wirkt der basische Process insofern ein, als derselbe durch den Fortfall der Nothwendigkeit, phosphorarmes, hochsilicirtes Roheisen für den Bessemerprocess erblasen zu müssen, erheblich erleichtert wird. Denn es ist viel einfacher, ein siliciumarmes und phosphorreiches Roheisen zu erblasen als umgekehrt.

Aufserdem wird in der kalk-, mangan- und phosphorreichen Bessemerschlacke ein ausgezeichnetes Zuschlagsmaterial für den Hohofen gewonnen, welches den den Erzen entzogenen Phosphor immer wieder in den Hohofen zurückführt und es gestattet, auch minderwerthige phosphorarme Erze auf phosphorreiches, für den basischen Betrieb geeignetes Roheisen zu verblasen. St.

Aus den Mittheilungen des Vereines amerikanischer (Mining) Ingenieure entnehmen wir einige allgemeine interessante Mittheilungen über Füllung, Betrieb und Störungen desselben bei einem Hohofen zu Cedar-Point von Mr. Witherbe. Der Ofen wurde am 16. August 1879 angeblasen, nachdem er vorher durch Einkippen der Materialien direct durch den Gasfang gefüllt war. Man umging also die vorsichtige Füllung des Ofens mit Körben oder dergleichen, wie solche von Lürmann, nach Beseitigung des kostbaren Verfahrens der Inbetriebsetzung mit Rostschlagen, seit 1868 bei seinem verkürzten Anblaseverfahren empfolen wird. Damit beim Füllen durch das Herunterfallen der Materialien die Steine des Schachtes und der Rast nicht litten, hatte man in Cedar-Point vorher bis zur halben Höhe des Ofens eine $1^1/_2$ bis 2 Fufs dicke Schicht Holz an dem Gestelle, Rast und Schachtwänden aufgestapelt. Man füllte dann den Ofen, welcher 12 022,73 Cub.-Fufs Inhalt hatte, mit den in folgender Tabelle angegebenen Materialmengen.

Datum	Holz	Gichten	Magnesia-Kalksteine	Gewöhnliche Kalksteine	Schlacken	Feines Erz	Grobes Erz	Anthracit	Koks
11. Aug. 1879	14 Cords	8	—	—	—	—	—	—	3000
12. Aug. . . .	. . . .	10	—	—	—	—	—	—	3000
		5	156	78	750	—	150	3000	1500
		3	222	111	1500	—	300	3000	1500
		3	288	144	1500	—	450	3000	1500
		3	354	177	1500	—	600	3000	1500
		3	420	210	1500	—	750	3000	1500
		3	486	243	1500	—	900	3000	1500
		3	600	300	1500	—	1200	3000	1500
		3	688	344	1200	—	1400	3000	1500
		3	776	388	1200	—	1600	3000	1500
		2	864	432	1000	—	1800	3000	1500
13. Aug. . . .	. . . .	1	864	432	1000	—	1800	3000	1500
		4	952	476	900	—	2000	3000	1500
		3	1040	520	800	—	2200	3000	1500
		3	1128	564	700	—	2400	3000	1500
		3	1216	608	600	—	2600	3000	1500
		3	1304	652	500	—	2800	3000	1500
		3	1392	696	500	—	3000	3000	1500
		3	1448	724	500	200	3000	3000	1500
		3	1504	752	500	400	3000	3000	1500
		3	1560	780	500	600	3000	3000	1500
		3	1616	808	500	1000	3000	3000	1500
		Voll bis zum Gasfange.							
14. Aug. angezündet um 2 Uhr Nachmittags.									
15. Aug. . . .	. . . .	6	1672	836	—	1000	3000	3000	1500
16. Aug. geblasen um		6	1728	836	—	1200	3000	3000	1500
10^{40} Vorm., erste		7	1784	864	—	1400	3000	3000	1500
Schlacke 11 Uhr Nm.		8	1840	920	—	1600	3000	3000	1500
17. Aug. erstes Eisen 7^{30}		40	1840	920	—	1600	3000	3000	1500
		8	1896	948	—	1800	3000	3000	1500

In dieser Tabelle sind auch die übrigen Daten der Inbetriebsetzung angegeben. Der Ofen war bis zum 2. Juli 1881, also nur 2 Jahre, im Betrieb und zeigte sich nach dem Auskratzen, dass bis etwa 35' vom Herde die Steine durch Ansätze von Kohle und Koks geschützt waren, unter welchen sich bis zu einer Höhe von etwa 26' noch Reste des bei der Füllung eingebrachten Holzes befanden (Siehe Zeichnung). Die so aus Holz, Kohlen und Koks gebildete Rast war bis 15" dick und hatte sich während zweier Jahre erhalten, trotzdem 136 159 t Brennmaterial und Möller an derselben vorbeigerutscht waren. Dabei ist zu bemerken, dass während dieser zwei Jahre die Formmündungen nur 6 Fufs aus einander lagen, während dieselben bei einer vorhergehenden Hüttenreise, bei welcher der Ofen auch in der Rast und dem Kohlensacke sehr stark ausgefressen war, 7' 3" aus einander lagen. Der Ofen war bei Beginn der Hüttenreise von 1879 nur nothdürftig im Gestelle geflickt, und Rast und Schacht waren in dem ausgefressenen Zustande der letzten Hüttenreise verblieben.



Jedenfalls war die stillstehende, die Schacht- und Rostwände schützende Materialschicht dadurch veranlasst, dass die Formen mehr als früher in das Gestell geschoben waren.

Es bestätigt diese Thatsache die Voraussetzungen Lürmann's[1]) über die Vortheile der richtigen Lage der Blasformen im Gestelle. Die in diesen Mittheilungen des Hrn. Witherbel

[1]) Ueber die Zusammensetzung und die Temperatur der Hohofengase. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Heft 5, Bd. XXVI, Seite 266.

über den Cedar-Point Hohofen ferner warm empfolene Anwendung von Bohr- und Sprengarbeit, um Saubildungen während des Betriebes von Hohöfen zu beseitigen, haben für deutsche Hüttenleute, welche selten mehr in die Lage kommen dürften, Versetzungen durch Arbeit beseitigen zu müssen, wenig Interesse. n.

Holzbearbeitungsmaschinen.

Auf dem Gebiete der Holzbearbeitungsmaschinen ist wenig neues erschienen; dabei sind die Beschreibungen und Abbildungen dieses wenigen vielfach noch lückenhaft. Ich erwähne folgende Veröffentlichungen:

Doppeltes Horizontalgatter von Thomas Robinson & Son (Iron, Nov. 1881, S. 415, mit perspect. Abb.). Jeder Sägenrahmen enthält ein Sägenblatt und wird an besonderer Platte geführt. Die Böcke für die Führungsplatten sind einander zugekehrt, so dass die Sägerahmen zwischen den beiden Führungsplatten liegen; hierdurch wird es möglich, die Schwingungsebenen der Lenkstangen und der zugehörigen, um 180° gegen einander verdrehten Krummzapfen recht nahe zusammenzurücken, so dass die Wirkung der Massenbeschleunigung gut aufgehoben wird. Bemerkenswerth ist noch, dass auch die Kurbelwelle der Höhenlage der Sägenblätter entsprechend nach oben oder unten verschoben werden kann. Die Zugänglichkeit der Maschine scheint nicht besonders grofs zu sein.

Doppeltes Horizontalgatter von Worssam & Co. (Iron, Mai 1882, S. 385, mit perspect. Abb.). Bei demselben liegen die Gatter und Führungsplatten — entgegengesetzt der Robinson'schen Anordnung — aufserhalb des gemeinsamen Bockes bezw. vor und hinter demselben; die Ausgleichung der Massenwirkung dürfte daher wesentlich unvollkommener sein, als bei der vorhin erwähnten Maschine.

Auffällig ist, dass — sowohl bei Robinson als auch bei Worssam — die Anordnung der Kegelräder zum Drehen derjenigen Schrauben, welche die Führungsplatten auf und nieder zu bewegen haben, für die eine Seite der Maschine rechtsgängiges, für die andere Seite derselben linksgängiges Gewinde der erwähnten Schrauben verlangt.

Aylesbury's Doppel-Bandsäge (Iron, Mai 1882, S. 336, m. Abb.). Die Säge ist in erster Linie zum Zerlegen der Bohlen oder Pfosten in Bretter bestimmt; als neu dürfte nur die Art zu bezeichnen sein, welche ermöglicht, gleichzeitig zwei Sägen auf ein Arbeitsstück wirken zu lassen. Zu dem Ende sind zwei Paar Sägerollen, je eine an jeder Seite des Gestelles, angebracht, und werden die Sägen an der Arbeitsseite mittelst kleinerer Rollen in die gewünschte Ebene gedrängt. Wenn auch der dieser Anordnung zu Grunde liegende Gedanke nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen ist, so dürften doch die in vorliegender Construction verwendeten Rollendurchmesser als entschieden zu klein bezeichnet werden müssen[1]).

Bandsägenschärf- und Schränkmaschine von Sudrat in Bordeaux (Revue industrielle Febr. 1882, S. 42 m. Abb.; Iron, März 1882, S. 179, m. Abb.). Das Sägenband ist in gewöhnlicher Weise auf zwei liegende Rollen gespannt und ruht auf der Stelle, an welcher das Schärfen und Schränken stattfinden soll, in einem einstellbaren Schlitz, welcher einerseits den Rücken der Säge stützt, also die Höhenlage derselben sichert, andererseits sich seitlich eng an das Blatt anschliefst, so dass dasselbe sich winkelrecht zu seiner Ebene nicht zu bewegen vermag; die Zähne ragen über den Rand des Schlitzes hervor. Mit einem mittelst Excentriks wagerecht verschiebbaren Schlitten ist einerseits eine sich rasch drehende, einstellbare Schmirgelscheibe verbunden, welche bei jedem Spiele des Schlittens zweimal die Säge kreuzt, andererseits aber zwei Finger, welche das Fortrücken der Säge und das Schränken zu besorgen haben. Die Finger greifen nämlich — abwechselnd — in eine Zahnlücke und schieben, da sie entsprechend schräg gestellt sind, die Säge um eine Zahntheilung weiter. Nahe am Ende des Schlittenhubes trifft endlich eine Hervorragung je eines Fingers die Spitze des

[1]) Vergl. »Die Holzsäge« von Hermann Fischer. Berlin, 1879. S. 91 bis 93.

Zahnes und verbiegt sie in der Bewegungsrichtung. Da nun abwechselnd der eine Finger in der einen, der andere in der anderen Bewegungsrichtung thätig ist, so erfolgt das Schränken in richtiger Reihenfolge.

Haigh's Fräsmaschine (Iron, Mai 1882, S. 390, mit perspect. Abb.) enthält wenig oder nichts neues. Am Prisma des weit auskragenden Bockes ist die Lagerung der senkrechten Messerkopfspindel mittelst Zahnstange und Rades aufwärts und abwärts zu schieben. Der Tisch kann wagerecht verschoben werden.

Perspectivische Abbildungen und kurze Erläuterungen einiger Walzenhobelmaschinen, einer Rundstabhobelmaschine und zweier Bandsägen, welche von der sächsischen Stickmaschinenfabrik in Kappel-Chemnitz ausgeführt sind, bringt der Pract. Masch.-Constr. 1882, S. 125 und daselbst S. 129 in ähnlicher Weise Abbildungen sowie Erläuterungen einiger Laubsägen und einer Bohrmaschine von J. Geiger in Stuttgart.

Langlochbohrmaschine von Powis, Bale & Co. in London (Iron, Jan. 1882, S. 14, mit perspect. Abb.). Sie ist besonders zum Lochen der Geländerpfosten und Pfortenrahmen bestimmt. Auf einem kräftigen Hohlgussbocke befinden sich die Lager für die Bohrspindel; zu gleicher Zeit hängt an demselben die Befestigungsvorrichtung für das zu bearbeitende Holz. Diese ist senkrecht an Prismen des erwähnten Bockes und aufserdem nach zwei sich winkelrecht kreuzenden wagerechten Richtungen verschiebbar; Länge und Tiefe der Löcher ist leicht einstellbar. Nach Einsetzen eines entsprechend gestalteten Bohrers kann natürlich die Maschine auch zum Bohren runder Löcher benutzt werden.

Stemmmaschine, welche die gebildeten Spähne selbstthätig auswirft, von John C. Fister (Scientific American, Octob. 1881, S. 262, mit Abb.). Neben dem Stichel A, siehe Figur, befindet sich eine in der Ebene der Bildfläche federnde Zunge B. Man hat an die Stelle des herzustellenden viereckigen Loches vorher wenigstens ein rundes Loch von der Weite des verlangten rechteckigen Loches zu bohren. Wird nun der Stichel A, dessen Schneidenlänge gleich der Weite des Loches ist, niedergestofsen, so drängen sich die gebildeten Spähne zwischen den Rücken des Stichels und die Zunge B, so dass sie bei dem Rückgange der Werkzeuge A und B aufserhalb des Loches gelangen. Der Stichel bewegt sich von seiner tiefsten Stellung aus jedoch zunächst allein nach oben, und nimmt erst dann die Zunge B mit, so dass die Spähne, über dem Holze angekommen, nach links inbezug auf die Figur herauszufallen vermögen.

Fassspunddrehbank von Buxton & Thornley (Iron, Jan. 1882, S. 40, mit perspect. Abb.). Das zugeschnittene Stück Holz wird mittelst der Reitnagelspitze gegen den Kopf der Spindel gedrückt, wobei die Vorwärtsbewegung des Reitnagels durch ein Gewicht, die Rückwärtsbewegung durch einen Fufstritt erfolgt; Ein- und Ausspannen erfolgt sonach sehr rasch. Das auf einem Support mit Anschlag befestigte Messer bearbeitet gleichzeitig die ganze Länge des Spundes.

Eine Maschine zum Verfertigen runder Holznägel u. dergl. ist an derselben Stelle abgebildet; man kann jedoch weder aus der Abbildung noch aus der Beschreibung sich ein genügend klares Bild über dieselbe verschaffen.

Daubenhobelvorrichtung von M. Gérard (Annales industrielles, März 1882, S. 345, mit perspect. Abb.). Im fertigen Fasse oder Eimer sollen die Fugen in radialen Ebenen liegen; man gewinnt sonach sehr leicht die genaue Gestalt der Fugenflächen, wenn man der Daube eine solche Lage und nach Umständen Biegung einer geraden, festen Führungslinie gegenüber giebt, wie dieselbe sie später der Axe des Fasses gegenüber haben soll, und wenn man die Ebene des zum »Fugen« benutzten Hobels durch dieselbe feste Führungslinie gegen lässt. Bei den Daubenfugmaschinen, welche man bisher im Gebrauche hat, verfolgt man denselben Gedanken; diese

sind aber für kleineren Betrieb zu theuer. Gérard schafft die feste Führungslinie, indem derselbe die kugelförmigen Enden A (siehe Figur) der mit der Daube D verbundenen Führungsstangen F in der Rille einer Leiste B gleiten lässt.



Die Daube D ist mittelst der Beilage E und geeigneter Spannstücke gebogen bezw. durch die Stangen F in richtige Lage der näher bezeichneten Führungslinie gegenüber gebracht. Da nun die Ebene des auf dem Rücken liegenden Böttcherhobels C ebenfalls mit der Linie, welche durch die Mitte der Kugeln A geht, zusammenfällt, so ist den gestellten Bedingungen genügt. Man schiebt die Daube nebst Führungsstücken F und A zunächst in der gezeichneten Lage einigemale über den Hobel, dreht sie nebst den Führungstheilen F und A um und bearbeitet die andere Fugenfläche gerade so wie die erste.

Selbstverständlich sind sowohl die Führungsleiste B wie auch die Längen der Stangen F einstellbar.

Gelegentlich der 1878er Pariser Ausstellung zeigte Arbey drei zusammengehörige Maschinen zur Verfertigung der Holzschuhe. Diese oder doch sehr ähnliche Maschinen sind beschrieben und perspectivisch abgebildet in Revue industrielle, März 1882, S. 81.

Brückenbau.

Entwurf zur Forthbrücke von Fowler. Wir entnehmen die beistehende Skizze dieses sehr interessanten, für die Bauausführung in Aussicht genommenen Brückenentwurfes dem »Centralblatt der Bauverwaltung«. Die Fundirungen der Forthbrücke bieten wegen der tiefen Lage der tragfähigen Thonschicht besondere Schwierigkeiten. In Rücksicht hierauf ist die Anzahl der Pfeiler möglichst vermindert und sind die grofsen Spannweiten gewählt, welche obige Figur zeigt. Die Fundirungen sollen mittelst eiserner, doppelwandiger Cylinder ausgeführt werden, deren unterer Durchmesser 21,3m beträgt. Die Ausbaggerung derselben soll theils durch Excavatoren, theils mittelst Taucherapparate erfolgen. Bei der Anordnung des Ueberbaues fällt sofort die ungewöhnlich weite Ausladung der Consolträger auf. Dass diese Anordnung bei solch bedeutenden Spannweiten, wie dieselben hier zu überbrücken waren, rationell ist, lehrt eine einfache Ueberlegung. Das Eigengewicht ist im Verhältnis zur mobilen Belastung sehr bedeutend. Um den Einfluss desselben zu vermindern, muss möglichst viel Material über den Pfeilern und möglichst wenig Material gegen die Mitten der Brückenöffnungen hin angeordnet werden. Eine solche Vertheilung wird erreicht, indem man die Gelenkpunkte nahe zusammenrückt, so dass die Consolträger weit ausladen, während der mittlere Gitterbalken nur eine verhältnismäfsig geringe Spannweite erhält.

Fig. 1 und 2

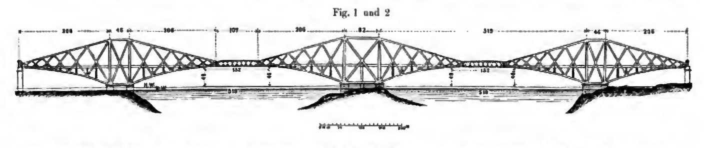
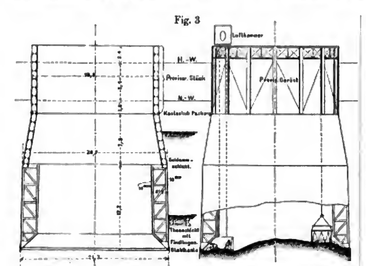


Fig. 3



Als Material für den Ueberbau ist Stahl von verschiedener Härte in Aussicht genommen. Es soll für die auf Druck beanspruchten Stäbe eine härtere Stahlsorte als für die auf Zug beanspruchten Constructionstheile verwendet werden. Die zulässige Spannung schwankt zwischen 788 und 1260kg pro Quadratcentimeter. Aufser der Verschiedenheit des Materiales soll auch die Art der Beanspruchung (entsprechend den durch die Wöhler'schen Versuche gemachten Erfahrungen) berücksichtigt werden. Die Kosten der Fundirungen sind auf 6 060 000 ℳ und die des Oberbaues auf 20 400 000 ℳ veranschlagt. (Centralblatt der Bauverwaltung 1882, S. 12. — Engineering 1881, II. Sem., S. 475. — Engineer 1881, II. Sem., S. 368).

Die Brücke über den Harlem-Fluss zu New-York — eine zweigleisige Eisenbahnbrücke — besteht aus einem mittleren drehbaren Träger von 91,4m Länge und zwei festen Parallelträgern mit oben liegender Fahrbahn von 30,5m Spannweite, welche die Seitenöffnungen überbrücken. Die Träger der Drehbrücke haben über dem mittleren Pfeiler eine Höhe von 12,2m, während die Höhe an den Enden 6,1m beträgt. Die Detailausbildung der Eisenconstruction ist die in Amerika gebräuchliche; die Knotenpunktsverbindungen sind durch Gelenkbolzen hergestellt. An die Brücke schliefsen sich beiderseitig kleine Landöffnungen an, welche mit Gitter- und Blechträgern überspannt sind. Die Träger der Anfahrten sind nach europäischem System (mit genieteten Knotenpunktsverbindungen) ausgebildet. Die Fundirung der Flusspfeiler geschah auf Pfahlrost in umschlossener Baugrube, mit Ausnahme des Drehpfeilers, welcher auf einem Caisson fundirt ist. Die Pfeiler sind mit verschiedenfarbigem Granit verkleidet und macht das ganze Bauwerk einen schönen, grofsartigen Eindruck. Die mittlere Auflagerconstruction der Drehbrücke besteht aus Rollenkranz und Drehzapfen; die Art der End-

auflagerung ist aus unserer Quelle nicht ganz klar zu ersehen. Es scheint jedoch, dass nach dem Einschwenken eine Hebung der Brückenenden nicht stattfindet, da die Berechnung unter der Voraussetzung durchgeführt ist, dass auch bei geschlossener Brücke infolge des Eigengewichtes keine Reactionen auf die Trägerenden einwirken. Die Bewegung der Brücke geschieht mittelst einer im Drehpfeiler angeordneten, doppelcylindrigen, oscillirenden Dampfmaschine. (Engineering, 1882, I. Sem., S. 497).

Gewichte von Blechträgern unter specieller Anwendung auf schmalspurige Eisenbahnen, von G. Lucas, Ingenieur bei dem königl. sächsischen Staatseisenbahnbau. (Civilingenieur 1882, S. 37.)

Der Verfasser entwickelt zunächst in bekannter Weise das theoretisch erforderliche Volumen der Blechträger, macht zu diesem Volumen unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse, wie solche bei schmalspurigen Eisenbahnen vorkommen, Zuschläge für unrationelle Construction der Gurtungen, für die Verlängerung der Träger über die Auflagerpunkte hinaus, für die Aussteifungen der Blechwand, für Stofsplatten u. s. w. und gelangt dadurch schliefslich zu einer Formel für das Eigengewicht der Träger. Auf Grund dieser Gleichung wird sodann noch das günstigste Verhältnis der Höhe zur Spannweite der Träger bestimmt.

Die Formeln sind vom Verfasser nicht vollständig entwickelt, so dass in der Gleichung für das Eigengewicht dieses schliefslich auch noch als Unbekannte vorkommt. Man muss also zunächst schätzungsweise einen Werth für das Eigengewicht annehmen und mit Hülfe dieser Gröfse sodann aus der gegebenen Gleichung das Eigengewicht berechnen. Da durchaus kein Grund vorliegt, die Gleichungen in dieser unentwickelten Form zu belassen, dieselben vielmehr sehr leicht und ohne dieselben wesentlich unhandlicher zu gestalten, vollständig entwickelt werden können, so möge im folgenden der hierbei einzuschlagende Weg gezeigt werden.

Der Verfasser gelangt auf Seite 54 oben genannter Zeitschrift zu der Formel:

$$V = l\left(n\,A + \frac{B}{n}\right).$$

Hierin bedeutet:

V das Volumen der Blechträger,

l die Spannweite,

n die Verhältniszahl $\frac{l}{h} = \frac{\text{Spannweite}}{\text{Höhe}}$.

A und B sind Coëfficienten, welche folgende Werthe darstellen:

$$A = (0{,}260\; l + 60)\;\frac{q}{k}$$

$$B = 9{,}8\;\delta + l\,(0{,}451\;\delta + 0{,}0724) + l^2\,(0{,}000151\;\delta + 0{,}000103),$$

wenn mit q die gesammte pro Längeneinheit auf dem Träger ruhende Belastung einschl. Eigengewicht, mit k die zulässige specifische Spannung und mit δ die Stärke des Wandbleches bezeichnet wird.

Es sei nun zunächst

$$A = \alpha\, q$$

geschrieben. Die specifische Belastung q werde zerlegt in die Gröfse p, welche vom Eigengewicht des Trägers herrührt, und in die Gröfse g, welche unabhängig vom Gewichte des Trägers ist. Es wird also durch g die bewegliche Belastung und das Gewicht der Fahrbahn pro Längeneinheit zusammengefasst. Dann ist:

$$A = \alpha\,(p + g).$$

Wird dieser Werth in die Gleichung für V eingeführt, so erhält man:

$$V = l\left(n\,\alpha\,(p + g) + \frac{B}{n}\right).$$

Multiplicirt man diese Formel auf beiden Seiten mit dem specifischen Gewichte γ des Materiales, so erhält man auf der linken Seite das Totalgewicht des Trägers, also den Werth $p\,l$, so dass die Gleichung alsdann lautet:

$$p\,l = l\,\gamma\left(n\,\alpha\,(p + g) + \frac{B}{n}\right).$$

Hieraus kann man p entwickeln; es ergiebt sich:

$$p = \gamma\;\frac{B + g\,n^2\,\alpha}{n - \gamma\,n^2\,\alpha}.$$

Mit Hülfe dieser Formel kann man nunmehr auch in einfacher Weise das günstigste Verhältnis für die Zahl n bestimmen. Setzt man $\frac{d\,p}{d\,n} = 0$, so erhält man aus dieser Gleichung:

$$n = \frac{B\,\gamma}{g}\left(-1 + \sqrt{1 + \frac{g}{B\,\gamma^2\,\alpha}}\right).$$

Die Coëfficienten α und B sind von der Spannweite l und der Blechstärke δ abhängig. Die Werthe, die der Verfasser für diese Gröfsen entwickelt hat, sind oben angegeben; leider sind dieselben nicht ganz zuverlässig. Gleich anfangs auf Seite 42 ist eine Formel für denjenigen Volumenzuschlag aufgestellt, welcher durch die sprungweise Zunahme des Gurtquerschnittes bedingt wird. Diese Formel ist nicht richtig. Dieselbe müsste lauten:

$$V'_m = \frac{2}{3}\left(X\,\frac{l}{2} + Y\,(3\,b - l) + Z\,(3\,c - l) + V\,(3\,d - l)\right).$$

Natürlich sind auch die sorgfältigen Untersuchungen bezüglich der günstigsten Querschnittsverhältnisse u. s. w., welche auf Grund dieser Formel angestellt sind, unrichtig. Die Zahlenwerthe der Coëfficienten α und B werden ebenfalls durch diesen Irrtum beeinflusst. Vielleicht nimmt der Verfasser, hierdurch aufmerksam gemacht, Gelegenheit, diese Zahlenwerthe richtig zu stellen.

Zweigleisige Eisenbahnbrücke über den Msta (Russland). Bei einem theilweisen Umbau der Nicolai-Eisenbahn (St. Petersburg-Moskau) wurde die alte hölzerne Brücke über den Msta durch ein massives Bauwerk ersetzt. Die neue Brücke zeigt fünf Oeffnungen von je $73{,}15^{m}$ Lichtweite, welche durch Parallelträger mit obenliegender Fahrbahn überspannt sind. Von den vier neben einander liegenden Hauptträgern sind je zwei starr mit einander verbunden. Die beiden so hergestellten Trägerpaare unterstützen je ein Geleis. Ganz interessant ist die Construction, durch welche diese Trägerpaare wiederum mit einander in Zusammenhang gebracht sind. Es war die Absicht des projectirenden Ingenieurs, Prof. Belelubsky zu St. Petersburg, eine Verbindung zu schaffen, welche jedem der beiden Trägerpaare gestattet, sich unter Einfluss verticaler Lasten unabhängig von den Trägern des Nebengeleises durchzubiegen, und dadurch seitliche Beanspruchungen zu vermeiden, welche, falls beide Trägerpaare fest mit einander verbunden wären, bei Belastung nur eines der beiden Geleise in der Construction auftreten würden. Andererseits sollte die Verbindung im Stande sein, Durchbiegungen in horizontalem Sinne zu übertragen, um dadurch die Brücke gegen den Einfluss des Winddruckes stabiler zu gestalten. Diese Absicht ist erreicht durch Anordnung von Verbindungsblechen, welche mit dem einen Trägerpaare fest vernietet, mit dem anderen Trägerpaare jedoch nur durch Bolzen verbunden sind, deren Löcher eine derartige langgestreckte Form haben, dass eine Verschiebung in verticalem Sinne möglich ist.

Die massiven Pfeiler sind auf Caissons fundirt; ihre Höhe über Niedrigwasser beträgt $35{,}13^{m}$. Die Montage der Träger wurde folgendermafsen bewerkstelligt. Sobald die Pfeilerbauten eben über die Wasserlinie hinaus ragten, wurden die Gitterbalken auf niedrigen Gerüsten an Ort und Stelle montirt und mittelst hydraulischer Pressen auf die Pfeiler aufgelagert. Mit fortschreitendem Bau der letzteren wurden die Träger gehoben. Durch diese Methode ist die Errichtung hoher, kostspieliger Gerüste vermieden. Die Eisenconstruction ist von der bekannten Harkort'schen Brückenbauanstalt geliefert. (Engineering 1882, I. Sem., S. 423 und 449.)

Einsturz der Missouribrücke bei St. Charles. Die drei mittleren 94^{m} weiten Oeffnungen dieser im Zuge der St. Louis-Kansas-City- und Northern-Eisenbahn gelegenen Brücke sind durch Parallelträger mit untenliegender Fahrbahn überspannt. Die Träger zeigen doppeltes Dreiecksystem; die Detaillirung derselben ist die in Amerika gebräuchliche. An den Knotenpunkten sind im oberen Druckgurt Gussstücke eingeschaltet; die Füllungsglieder sind durch Bolzen mit den Gurtungen verbunden. Am 8. December 1881 brach einer dieser Träger, als ein Güterzug die Brücke passirte, zusammen und stürzte mitsammt dem Zuge in den Strom. Nach Aussage des geretteten Heizers hat eine vorherige Entgleisung des

Zuges nicht stattgefunden. Die Ursache der Katastrophe lässt sich bisher nicht mit Bestimmtheit angeben; dieselbe ist jedoch mit einiger Wahrscheinlichkeit auf die Beschaffenheit des Gusseisens zurückzuführen, welches sowohl in den Verbindungsstücken des eingestürzten Trägers, wie in denen der übrigen Brücke zahlreiche Haarrisse zeigen soll. Zur Untersuchung des Unfalles ist eine Commission von Sachverständigen ernannt worden. (Engineer, 1882, I. Sem., S. 119. — Centralblatt d. Bauverwaltung 1882, S. 77.)

Concurrenzprojecte für die Szegediner Strafsenbrücke. Am 1. Juli 1880 wurde die Bewerbung für den Bau der Brücke ausgeschrieben und als Einlieferungstermin für die Concurrenzprojecte der 31. August festgesetzt. Mit den Projecten musste gleichzeitig eine bindende Preisofferte für die Uebernahme des Baues eingereicht werden. Infolge dessen enthielt das ausgegebene Concurrenzprogramm auch die Bedingungen für die Bauausführung. Es gingen im ganzen 29 Projecte ein. Bedeutende österreichische und französische Brückenbauanstalten haben sich an der Concurrenz betheiligt; Deutschland war nur durch die bekannten Firmen Holzmann & Co. und Gebr. Benckiser vertreten. Fast die Hälfte der eingelieferten Projecte zeigt eiserne Bogenbrücken, und ist auch bei den prämiirten Entwürfen von Eiffel & Co. in Paris (I. Preis) und Th. Seyrig in Paris (II. Preis) dieses Trägersystem zur Anwendung gebracht. Der Firma Eiffel & Co. ist die Ausführung übertragen. Im preisgekrönten Project wird die Theifs in einer einzigen Oeffnung von 115^m Weite überspannt. Hieran schliefsen sich drei kleinere Flutöffnungen von 92, 81 und 71^m Länge. Das Verhältnis der Pfeilhöhen zu den Spannweiten scheint derart gewählt zu sein, dass bei totaler Belastung der Brücke der Horizontalschub in allen Bogen der nämliche ist, so dass an den Mittelpfeilern diese Horizontalkräfte sich gegenseitig aufheben. Die grofse Oeffnung von 115^m Spannweite zeigt das Verhältnis 1 : 12,6; in den Flutöffnungen ist dasselbe 1 : 13,5, 1 : 13,8 und 1 : 14,7. Die Brücke erinnert in ihrer ganzen Construction an die ältere Coblenzer Rheinbrücke. Die Bogenträger sind als Fachwerk mit parallelen Gurtungen und gekreuzten Diagonalen projectirt. Die Auflagerconstruction ist genau derjenigen der Coblenzer Brücke nachgebildet. Abweichend von dieser liegen jedoch die Bogen vollständig unter der Fahrbahn; letztere wird von einem durchlaufenden Gitterträger unterstützt. Es sind neben einander vier Bogen in je 2,75^m Entfernung angeordnet; die gesammte Breite der Brückenbahn zwischen den Geländern beträgt 11,0^m; die Trottoire sind beiderseitig von Consolen unterstützt. Die Gesammterscheinung der Brücke muss als elegant und constructiv gelungen bezeichnet werden. (Eisenbahn 1882, S. 99 und S. 103.)

Bergbau.

Professor G. Nordenström und Ingenieur A. W. Cronquist in Stockholm haben ein sehr interessantes Buch herausgegeben (Om Nitroglycerinhaltiga Sprängämnen, Stockholm, Ivar Häggströms Boktryckeri, 1880), worin sie die Resultate einer Enquête, welche im Auftrage der Svenska Slöjdföreningen (schwedischen industriellen Gesellschaft) durch eine von letzterer ernannte Commission angestellt worden ist, veröffentlichen. Diese Enquête hatte den Zweck, die Natur des Nitroglycerins und der damit verwandten Explosivstoffe zu untersuchen und über die Resultate zu berichten, welche in Schweden innerhalb der letzten 10 Jahre (bis Ende 1879) beim Gebrauch genannter Stoffe erzielt worden sind.[1])

Der Inhalt des Berichtes der Herren Nordenström und Cronquist ist folgender:

Zuerst ein kurzer, historischer Rückblick auf den Uebergang von Pulver zu den neueren Explosivstoffen. Im Jahre 1846 erfand Schönbein das Pyroxyline (Schiefsbaumwolle); aber die Hauptentwicklung der neueren Sprengtechnik begann mit der Erfindung des Nitroglycerins durch Sobrero im Jahre 1847 und zwar erst recht, als Alfred Nobel im Jahre 1863 das Mittel erfand, das Material durch Anwendung eines kleinen Quantums gewöhnlichen Pulvers oder Fulminats zur Explosion zu bringen. Von diesem Augenblick an war die praktische Anwendung des Nitroglycerins gesichert.

[1]) Siehe Zeitschrift 1881 S. 21.

Schon im Jahre 1864 kam es in mehreren Gruben Schwedens und beim Stockholmer Tunnelbau zur Anwendung. Alle grofsen und kleineren Gruben gaben das Pulver bald auf, obgleich dessen Preis bedeutend herabsank und wandten sich dem Nitroglycerin zu, dessen Preis sich gleichmäfsig auf 6 bis 8 Fres. pro Kilogramm hielt.

Der Uebelstand des Nitroglycerins bestand in seiner flüssigen Form und in seiner Eigenschaft, schon bei 7 bis 8° C. über Null zu congeliren. Zahlreiche grofse Unglücksfälle, welche mit diesem Sprengstoff in Schweden und im Auslande vorkamen, riefen einen Rückschritt in dessen Verwendung hervor.

Unter den Hilfsmitteln, um die Gefahr des Transports des Nitroglycerins zu vermindern, ist dasjenige im Jahre 1866 vom schwedischen Ingenieur Rudberg erfundene zu erwähnen, nämlich, dem flüssigen Oele 2 bis 4 pCt. Benzin zuzufügen.

Aber die Frage sollte auf andere Weise ihre Lösung finden, nämlich in der Herstellung eines Sprengstoffes in fester Form und mit dem Nitroglycerin als Grundlage. Diese Idee verwirklichten einerseits im Jahre 1867 die Ingenieure J. H. Norrbin und J. Ohlsson, welche das Ammoniakpulver am 31. Mai desselben Jahres patentirt erhielten, und andererseits Nobel, der Erfinder des Dynamits, dessen Patent vom 19. September 1867 datirt.

Der Dynamit ist unstreitig derjenige Sprengstoff, der in den letzten 10 Jahren die Hauptrolle in Schweden und den anderen europäischen Ländern gespielt hat. Er besteht bekanntlich aus einer Mischung von Nitroglycerin und Kieselguhr, einem porösem Silicate, welches das drei- bis vierfache seines Gewichtes an Sprengöl aufsaugen kann.

Der Dynamit wird in Schweden in Vinterviken, 3^{km} von Stockholm, gemacht. In 10 Jahren, von 1870 ab, hat die Fabrik für den schwedischen Bedarf ungefähr 1 700 000^{kg} Dynamit geliefert.

Das Ammoniakpulver hat einen anderen Charakter als der Dynamit. Es hat als Grundstoff das salpetersaure Ammoniak gemischt mit bestimmten Mengen von Kohlenstoff und Nitroglycerin.

Die Fabrikation des Ammoniakpulvers geschieht in Gyttorp bei Nora, mitten im Lande. Dieser Sprengstoff, der seit seiner ersten Anfertigung im April 1868 bis jetzt noch kein Unglück veranlasst hat, ist heute noch in verschiedenen Gruben in Gebrauch, wie in Åtvidaberg, Åmmeberg und Dalkarlsberg. Da er bei grofser Gewalt eine sehr mäfsige Explosivgeschwindigkeit hat, so ist er auch bei Steinbrüchen viel zur Anwendung gekommen.

Noch ist ein dritter Sprengstoff zu erwähnen, welcher in Schweden nach dem Dynamit die meiste Anwendung gefunden hat, nämlich das Sebastine. Es enthält ebenfalls Kohle als Aufsaugestoff, das 5 bis 6fache seines Gewichtes an Nitroglycerin, ferner Nitrate, deren Mengen je nach der Verwendung variiren.

Das Sebastine wird in Uddnaes, 25^{km} von Stockholm, fabricirt. In den fünf letzten Jahren hat die Fabrik in Schweden ungefähr 300 000^{kg} dieses Sprengstoffes abgesetzt. Es ist mit demselben auch noch kein Unglück vorgekommen, was der vollständigen Absorption des Nitroglycerins durch den Kohlenstoff zugeschrieben wird. Auch kann das Material in vollständig eingeschlossenem Zustand ohne Zündhütchen zur Explosion gebracht werden, was ein grofser Vorzug ist, da eine grofse Anzahl Unfälle, die mit Dynamit vorgekommen, der Anwendung der Zündmasse, welche an und für sich ein so sehr gefährliches Explosiv ist, zugeschrieben werden.

Das Sebastine wird in den Gruben von Dannemora, Sala, Bispberg, Kafveltorp, Strofsa und anderen benutzt.

In den letzten Jahren ist noch ein anderes Material, das Pétrolite, dem Sebastine in vielem ähnlich, in den Handel gekommen und ist in den Gruben von Falun und einigen anderen versucht worden.

Endlich ist als letzte Neuheit unter den Sprengstoffen der Extradynamit, von Nobel erfunden, zu erwähnen. (Patent vom 22. Juli 1879.) Bei diesem Material hat Nobel das salpetersaure Ammoniak als einen der Bestandtheile genommen, die übrigen sind Nitroglycerin, Pyroxyline und Kohle.

Der Extradynamit verspricht durch seine guten Eigenschaften noch eine wichtige Rolle zu spielen.

diese letzteren eine solche Form haben, dass die angesaugte Luft die Kanäle zwischen den Flügeln erfüllen muss, so werden auch hier alle Wirbelbewegungen vermieden. Da aber die aus der Krone austretende Luft noch eine bedeutende Geschwindigkeit besitzt, so ist dieselbe, um Kraftverluste und Effectverminderung durch Stauungen an der unbewegten Luft zu vermeiden, noch von dem ringförmigen 0,8 m breiten Diffusor umgeben, welcher der austretenden Luft einen genügend weiten Querschnitt zum Entweichen darbietet und die Austrittsgeschwindigkeit auf das nöthige Mafs vermindert. Der ganze Apparat ist aus Schmiedeisen, 0,5 m hoch und hat 7,50 m Durchmesser. Er wird durch eine Zwillingsmaschine getrieben, deren Cylinder mit dem Fundamentcylinder verschraubt sind; sie bewegt zunächst eine horizontale Welle mit 2 Schwungrädern und überträgt ihre Bewegung durch zwei konische Vorgelege mit gleicher Geschwindigkeit auf die senkrechte Ventilatoraxe. Die Cylinder haben 47,5 cm Durchmesser, 60 cm Hub und machen 90 Spiele in der Minute. Der Ventilator fördert bei gleichfalls 90 Umdrehungen und einer Depression von 62 mm Wassersäule 1200 bis 1500 cbm Luft in der Minute und hat bisher allen Erwartungen von seiner Leistungsfähigkeit, Betriebssicherheit und seinen Unterhaltungskosten genügt. (Glück auf, 1882, No. 49.) G.

Eisenbahnfahrzeuge.

Ueber die Fabrikation der Locomotiv- und Wagenradbandagen in Frankreich ist zu berichten, dass dieselben jetzt beinahe ausschliefslich von Bessemer- oder Martinstahl mit gröfserem oder kleinerem Kohlenstoffgehalte fabricirt werden, je nachdem der Abnehmer hartes Material mit wenig Abnutzung aber gröfserer Zerbrechlichkeit, oder weiches, zähes Material verlangt. Es haben z. B. die von St. Chaumond 0,2 bis 0,35 pCt. C, von St. Etienne 0,45 bis 5 pCt. C.

Die Bahngesellschaften verlangen meist Schlagproben auf den verticalstehenden Reif mit folgenden Bedingungen:

Paris-Lyon-Mediterranée. Schläge mit 600 kg von 4,5 m Höhe für Locomotivbandagen; 2 Schläge ohne sichtbare Verletzung; 55 bis 60 kg pro 1 qmm Bruchbelastung, 15 pCt. Dehnung; für Wagenbandagen 3 Schläge, 40 kg pro 1 qmm, 20 pCt. Dehnung.

Comp. de l'Est. Die in gleicher Weise wie beim Anziehen erwärmten und abgekühlten Bandagen von 60 mm Dicke erhalten, wenn der Durchmesser 1500 mm und darunter, einen Schlag mit 1000 kg Gewicht von 4,4 m Höhe, bei gröfserem Durchmesser mit 1000 kg Gewicht von 3,5 m Höhe; sie sollen keinerlei Verletzung zeigen und soll sich der Durchmesser um nicht mehr als $^1/_{16}$ verringern.

Comp. du Nord. Dieselbe Probe mit einer Verringerung des Durchmessers von $^1/_{16}$ bis $^1/_{25}$.

Comp. du Midi. Der Reif wird durch hydraulischen Druck nach zwei auf einander senkrechten Durchmessern je um $^1/_{20}$ zusammengedrückt und soll hierbei keinerlei Beschädigung zeigen.

Was die Anfertigung anbelangt, so wird der rohe Block achteckig oder rund massiv gegossen, ringförmig hat sich nicht bewährt. Für Hämmern, Lochen, Ausstrecken und Walzen waren anfangs 5 Hitzen mit je 3 pCt. Abgang erforderlich, jetzt nur noch 2 oder 3 Hitzen mit zusammen 7 bis 10 pCt. Abgang.

Den Arbeitsprocess z. B. für eine Bandage mit 824 mm l. W. veranschaulicht folgende Skizze.

Hammer mit 8 bis 10 T.

1 bis 2 Hitzen. 12 Minuten.

Walze mit 120 Pferdekr.

Vorwalze — Fertigwalze

1 Hitze. 2 Minuten.

Von der Walze kommt der Ring auf einen aus 8 oder 12 Segmenten gebildeten Dorn, der mit Keil oder hydraulischem Apparat auf den gewünschten Durchmesser ($^1/_2$ pCt. mehr als der fertige) gestellt werden kann und auf dem der Reif genau rund wird. Das Abnehmen von diesem Dorn geschieht noch im warmen Zustande und folgt langsames Erkaltenlassen.

Die Kosten sollen bei einer Production von 100 bis 120 Reifen pro Tag betragen an:

Arbeitslöhnen 24 Mann 100 Frcs.
Kohlen . . . . 130 »

zusammen pro Bandage 2 Frcs., d. h. 4 pCt. vom Verkaufspreise, daher sind für den Preis hauptsächlich die hohen Anlagekosten der Werke mafsgebend. Die Preise waren und sind:

Werk	Eisenbandagen pro 100 kg Frcs.			Stahlbandagen pro 100 kg Frcs.				
	1871	1873	1875	1873	1875	1877	1879	1880
Ougrée . .	—	40	31	—	—	—	—	—
Petin Gaudet	46	58	38	—	—	—	26,85	34,50 bis 32
St. Etienne .	47	47,50	—	—	41	—	26,80	26,80 bis 34,5
Creusot . .	—	—	—	55	—	32	30,50	26,55 bis 32

Bandagen von besonders guter Qualität, welche theils durch Auswahl des Materiales, theils durch längeres Schmieden erreicht wird, werden angefertigt in Deutschland von Krupp mit 75 kg pro 1 qmm Bruchfestigkeit, 20 pCt. Dehnung aus Tiegelstahl, in England von Cammel mit 58 kg und mit 25 pCt. Dehnung, von Wickers mit 67 kg und mit 15 pCt. Dehnung. In Frankreich ist diese Fabrikation noch nicht eingeführt, auch hat sich gezeigt, dass bei den Schlagproben die bessere Qualität derselben nicht so sehr hervortritt. (Genie civil, T. II, No. 10.) A. G.

Elektrotechnik.

Die Glühlampen. Die aufserordentlichen Erfolge, welche in letzter Zeit mit der Glühlicht-Beleuchtung auf den verschiedenen Ausstellungen, bei der Beleuchtung eines Stadtviertels von New-York, des Savoy-Theaters[1]) in London u. s. w. erzielt worden sind, haben zu einer schnell zunehmenden Verbreitung derselben Veranlassung gegeben. In Amerika und England sind die Glühlampen bereits in eine scharfe Concurrenz mit der Gasbeleuchtung getreten, und wenn nicht alle Anzeichen trügen, so dürfen wir, nach den Mittheilungen in den technischen Zeitschriften und Tagesblättern zu urteilen, für nächsten Winter auch für Deutschland einen bedeutenden Aufschwung auf diesem Gebiete der Technik erwarten, und zwar umsomehr, da voraussichtlich die in München stattfindende Elektricitätsausstellung sehr fördernd auf die auf Einführung der elektrischen Beleuchtung gerichteten Bestrebungen einwirken wird.

Trotz der zunehmenden Verbreitung der Glühlicht-Beleuchtung und der hierdurch wachgerufenen Concurrenz sind wesentliche Verbesserungen in der Construction der Lampen, welche auf eine Ersparnis der aufzuwendenden Kraft oder auf eine Verlängerung der Dauer der Lampen zielten, seit der Pariser Ausstellung nicht bekannt geworden. Die Neuerungen haben sich auf eine etwas praktischere Anordnung der Theile, welche zur Befestigung der Lampe dienen, auf die Veränderung der äufseren Form u. s. w. beschränkt. Zur Anwendung kommen fast ausschliefslich die längst bekannten Lampen von Edison, Swan, Lane-Fox, Maxim und der British Electric Light Co.; neuerdings werden auch von Siemens und Halske in Berlin und von Müller in Hamburg Glühlampen angefertigt.

Von diesen Lampen scheint bisher immer noch der Edison'schen der Vorzug zu gebühren; dieselbe erwärmt sich sehr wenig und hat infolge dessen einen verhältnismäfsig geringen Kraftverbrauch. Sie wird in zwei Gröfsen hergestellt: die eine mit einer Lichtstärke von 8 N.-K. (etwa gleich einer gewöhnlichen Petroleumlampe), die andere von 16 N.-K. (gleich einem guten Gasbrenner). Die Dimensionen der Lampen

[1]) Siehe Zeitschrift 1882 Heft 7.

sind folgende: (Zeitschrift für angewandte Elektricitätslehre 1882, No. 12, Seite 279.)

	Spannung	Stromstärke	Lichtstärke	Kraftverbrauch
I.	100 Volt	0,85 Ampère	16 N.-K.	8,9 mkg pro Sec.
II.	50 »	0,85 »	8 »	4,9 » » »

Einen sehr guten Vergleich der Leistungen der einzelnen Lampen gestatten die Versuche von Andrew Jamieson, welche im Laboratorium von Sir William Thomson in Glasgow ausgeführt worden sind. (L'Électricien 1882, No. 27, S. 129.) Bei einem Kraftverbrauche von 6,5 mkg pro Secunde liefert

die Lampe:		
	Edison	37 N.-K.
	British Electric Light Co.	30 »
	Lane-Fox	27 »
	Maxim	22 »
	Swan	14 »

Die vorstehenden Zahlenwerthe sind nur als relativ richtig anzusehen, dürften dagegen, absolut genommen, zu hoch sein.

Der Kraftverbrauch der Glühlampen bei normalem Betriebe pro Lichteinheit ist bedeutend gröfser als der der Bogenlichter (vergl. Heft 6 d. J., S. 352). Jamieson hat nun gefunden, dass in dem Mafse, wie man die Leuchtkraft des Glühlichtes steigert, der Kraftverbrauch der Lampe abnimmt. Er fand z. B., dass bei einer Steigerung der Lichtstärke einer Maxim-Lampe auf 600 Kerzen der Kraftverbrauch derselben ungefähr gleich dem der Bogenlichter war. Leider kann man aus dieser Thatsache einen praktischen Nutzen nicht ziehen, da bei einer Inanspruchnahme der Glühlampen über ihre normale Lichtstärke der Kohlenbügel sehr schnell zerbricht.

Ueber die Anwendung der Glühlichtbeleuchtung in jüngster Zeit ist folgendes zu berichten.

Die von der Firma Siemens & Halske im königl. Opernhause zu Berlin ausgeführten Versuche haben sehr zufriedenstellende Resultate ergeben. Bereits seit dem 29. Mai d. J. wurden die beiden ersten Coulissen durch 48 Glühlampen erleuchtet. Wollte man das ganze Opernhaus elektrisch erleuchten, so würden 12 Dampfmaschinen von je 30 Pferdestärken erforderlich sein. Bei einer speciell für ein einziges Theater zu treffenden Anlage werden sich die Kosten, besonders wenn wie im vorliegenden Falle mit der Aufstellung der Maschinen bedeutende Schwierigkeiten verknüpft sein würden, verhältnismäfsig sehr hoch stellen. Aus diesem Grunde hat auch wohl die königl. Intendanz von der Einführung der elektrischen Beleuchtung Abstand genommen. Sobald aber erst einmal der elektrische Strom von einer Centralstelle bequem und billig dem Theater zugeführt werden könnte, würde man sicherlich sehr bald eine andere Entschliefsung treffen.

Das zweite Theater, welches nächst dem Savoy-Theater in London mit elektrischer Beleuchtung versehen werden wird, ist das im Bau begriffene Stadttheater zu Brünn. Wie die Zeitschrift für angewandte Elektricitätslehre erfahren hat, ist von dem Gemeindeausschusse daselbst fast einstimmig beschlossen worden, die Offerte des Consortiums »Société électrique Edison« in Paris und der Commandit-Gesellschaft »Brückner, Ross & Co.« in Wien wegen Beleuchtung der sämmtlichen Räume des im Bau begriffenen neuen Stadttheaters mit elektrischem Lichte nach dem System Edison anzunehmen.

Ueber die Gröfse und Art dieser Anlage giebt das »Centralblatt der Bauverwaltung« 1882, No. 22, S. 189 die folgenden Daten. Das Theater wird bei einer bebauten Grundfläche von etwa 2100 qm einen Fassungsraum für 1200 Zuschauer haben. Der zur elektrischen Beleuchtung dienende Strom soll erzeugt werden durch: vier dynamo-elektrische Maschinen, System Edison, für 250 Glühlampen von je 16 N.-K., eine dynamo-elektrische Maschine, System Gramme, für 40 Glühlampen von je 8 N.-K. und eine dynamo-elektrische Maschine, System Gramme, für 5 Lichter von je 1000 N.-K. Lichtstärke. Als Motor soll eine 100pferdige Dampfmaschine mit drei Kesseln in Anwendung kommen. Sämmtliche Maschinen werden in einem abgesonderten Gebäude aufgestellt werden. Der elektrische Strom soll dann in drei durch Röhren isolirte Kabel zum Theatergebäude und in einen Centralsammelkasten geleitet und von da aus zu den verschiedenen Theilen des Hauses abgezweigt werden. Im Innern des Theaters, also im Zuschauerraum, auf der Bühne und in allen Nebenräumlichkeiten sollen etwa 800 Edison'sche Glühlichtlampen von je 16 N.-K. Lichtstärke, und zwar in gleicher Ortsverwendung wie bei der projectirten Gasbeleuchtung, in Anwendung kommen. Dieselben haben eine gewährleistete Brenndauer von 700 Stunden. Jede Lampe brennt unabhängig von der anderen; man kann also eine beliebige Anzahl von Lampen auslöschen, anzünden oder ausschalten, ohne dass dadurch die übrige Beleuchtung irgendwie beeinflusst wird. Die Beleuchtung im ganzen Hause kann von einem Punkt aus in Wirksamkeit gesetzt und regulirt werden. Zum Betriebe dieser 800 Lampen dienen die oben erwähnten vier Edison'schen dynamo-elektrischen Maschinen. Zur Beleuchtung während der Tageszeit für Bühnenproben u. s. w. dienen 40 Edison'sche Glühlampen von je 8 N.-K. Lichtstärke. Für die Aufsenbeleuchtung der Vorplätze sind die fünf grofsen Lichter in Aussicht genommen. Bei jeder Leitung soll an jeder Abzweigungsstelle ein Sicherheitsapparat angebracht werden, der im Falle einer zufälligen oder absichtlichen Beschädigung der Leitung die zugehörige Abzweigung selbstthätig ausschaltet, wodurch eine etwaige Zündungsgefahr beseitigt wird. Die Kosten der Anlage ausschliefslich der Bauherstellungen und der decorativen Ausstattung der Beleuchtungskörper sind auf 80000 Gulden veranschlagt; die Kosten des ganzen Theaters werden etwa 600000 Gulden betragen. Die Gesellschaft hat sich verpflichtet, den ganzen Betrieb für 7500 Gulden für das Jahr zu übernehmen. Man will ermittelt haben, dass sich die elektrische Beleuchtung dabei billiger als die Gasbeleuchtung stellen wird.

Der bekannte englische Physiker Crookes hat sein Haus mit Glühlicht-Beleuchtung versehen. Eine kleine Otto'sche 4pferdige Gasmaschine treibt die dynamo-elektrische Maschine, welche 50 Lampen speist. Die Gasmaschine verbrennt in 5 Stunden für 1,75 ℳ Gas. Dies macht für das Jahr unter Annahme einer durchschnittlich fünfstündigen Betriebszeit 639 ℳ; die Gasbeleuchtung würde bei gleicher Lichtstärke 865 ℳ kosten. Die Anlagekosten betrugen 6000 ℳ. Die Zinsen und Amortisation dieses Kapitals hat Crookes bei seiner Kostenberechnung nicht in Rechnung gezogen, da er der Ansicht ist, dass dieser Betrag durch die indirecten Vortheile der neuen Beleuchtungsart vollständig aufgewogen würde. Das elektrische Licht ruinire nicht die Gardinen, Malereien, Bucheinbände u. s. w., die Luft in den Zimmern bleibe frisch und kühl und werde nicht durch die Gasdünste verdorben; endlich sei die Feuers- und Explosionsgefahr beseitigt. Die Ersparnis sei für ihn dadurch noch gröfser, dass er sein Empfangszimmer bisher nicht mit Gas, sondern mit drei- bis viermal theureren Kerzen beleuchtet habe.

Hätte Crookes den Strom bereits von einer Centralanstalt zugeführt erhalten können, so wäre sein Rechenexempel jedenfalls noch günstiger für die elektrische Beleuchtung ausgefallen. (Zeitschrift für angewandte Elektricitätslehre 1882, No. 16, S. 373.) P. I.

Heizung und Lüftung.

Die Erzeugung des Gases, insbesondere zu Beheizungszwecken, will Dowson (Portefeuille des machines, Jan. 1882, S. 1, m. Abbild.) in folgender Weise ausführen. Der Brennstoff (Anthracit oder dergl.) befindet sich in einem mit feuerfesten Steinen ausgefütterten Schachtofen und ruht auf einem gewöhnlichen Roste. Unter diesen Rost wird — mittelst einer Dampfstrahlpumpe — ein Gemisch von Dampf und Luft eingeblasen. Es bildet sich alsdann in bekannter Weise Kohlenoxyd, während der Wasserstoff frei wird. In der Quelle wird folgende Zusammensetzung des erzeugten Gases genannt:

Wasserstoffgas	20	Raumtheile.
Kohlenoxydgas	30	»
Kohlensäure	3	»
Stickstoff	47	»

Das Gas durchströmt einen einfachen Wascher und gelangt alsdann in einen gewöhnlichen Gasbehälter; ein Theil desselben wird zur Entwickelung des nöthigen Dampfes verbraucht.

Verwandt mit diesem Gasgewinnungsverfahren ist das »System Holland«, welches seitens einer New-Yorker Gesellschaft ausgebeutet wird (Portefeuille économique des machines, Jan. 1882, S. 16). Hier wird Erdöl zur Gewinnung des Gases verwendet. In ein gusseisernes Gefäfs, welches mittelst einiger Gasflammen erhitzt wird, fliefst Erdöl und Wasserdampf bezw. Wasser in regelbarer Menge. Der Sauerstoff des Wassers verbindet sich wegen der hohen Temperatur mit dem Kohlenstoffe des Erdöles (zu CO_2?), während der gesammte Wasserstoff frei wird. Ein Theil desselben dient zur Erhitzung des vorhin genannten Gefäfses, während der gröfsere Rest zu Beheizungs- bezw. Kochzwecken frei wird. Es sind diese beiden Gasarten offenbar Schwestern des »Wassergases«. (Vergl. Wassergas als Brennstoff der Zukunft von J. Quaglio, Wiesbaden, 1880, Bergmann; Versorgung der Städte mit gasförmigen Brennstoff von Albert Pütsch, in: Gesundheitsingenieur, 1880, S. 133; Die Beheizungsfrage mit besonderer Rücksicht auf Wassergaserzeugung von Prof. Dr. Alex. Neumann, Giefsen, 1881, Ricker; C. W. Siemens Vorschlag, betr. Erzeugung des Leucht- und Heizgases, Revue industrielle, Juli 1881, S. 262; H. Haug, D. R.-P. No. 13733 und Vortrag von Marx, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., Juni 1882.)

Perret's Feuerluftheizungsofen soll eine rauchlose Verbrennung mit einfacher bezw. bequemer Bedienung verbinden. Die Feuerung desselben besteht aus mehreren übereinander liegenden niedrigen, aus feuerfesten Thonplatten gebildeten Geschossen, von denen je zwei, wechselnd vorn oder hinten, mit einander in Verbindung stehen, so dass ein zickzackförmiger, breiter Kanal entsteht. Der frische Brennstoff wird in die oberen Geschosse eingeworfen und nach entsprechender Vergasung nach unten gestofsen, so dass im unteren Geschosse die Restverbrennung stattfindet, bezw. aus diesem die Rückstände entfernt werden. Behufs vollständiger Verbrennung der Gase wird stark vorgewärmte Luft zugeführt; die Regelung des Feuers soll durch Regelung des Luftzutrittes erfolgen, ein Verfahren, welches mit grofsen Verlusten an brennbaren Gasen verknüpft sein dürfte, da — nach den Quellen — die oben erwähnten Kanäle rothglühend sein sollen. (»Iron«, Januar 1882, S. 14; Portefeuille économique des machines, März 1882, S. 33; La semaine des constructeurs, März 1882, S. 426, mit Abbild.)

Auf dem Gebiete der Zimmeröfen wachsen die »Erfindungen« wie Pilze; ich muss mich daher im wesentlichen auf die Angabe der Quellen beschränken, aus denen näheres entnommen werden kann.

Zunächst erwähne ich, dass der Perry'sche unter dem Namen »amerikanischer« bekannte Ofen, welcher 1877 in dem österreichischen Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia (XVII. Heft, S. 6, Strohmayr) und (durch Meidinger) in Dingl. polyt. Journal, Bd. 225, S. 203, ferner 1881 im Handbuch der Architektur, Theil III, Bd. 4. S. 217 abgebildet und beschrieben wurde, nunmehr auch in die Zeitschrift für Bauhandwerker 1881, S. 186 und Romberg's Zeitschrift für praktische Baukunst 1881, S. 644 übergegangen ist. Derselbe ist durch die Firma Gebr. Buderus in Hirzenhain und Main-Weser-Hütte nicht unwesentlich verbessert (Baugewerkszeitung 1882, S. 79, m. Abbild.), indem er so eingerichtet worden ist, dass eine gewisse Menge frischer Luft durch ihn geführt werden kann, welche alsdann im erwärmten Zustande in den zu heizenden Raum strömt. Der Luftzuführungsquerschnitt ist zwar klein, auch sind die für frische Luft in Frage kommenden Heizflächen nicht vom Staube zu reinigen; bisher hat man jedoch noch keinen Zimmerofen geschaffen, welcher bei Innehaltung der gebräuchlichen Abmessungen von diesen Fehlern frei ist. Es dürfte nur durch eine verständig angelegte Luftheizung möglich sein, die frische Luft in richtiger Menge und ohne zu grofse Erhitzung an reinen Heizflächen zuzuführen.

Das sieht man auch an Schmölke's Ventilationsofen (Zeitschr. f. Bauhandwerker 1881, S. 164, m. Abbild.), bei welchem die frische Luft an der unverkleideten eisernen Rückwand der Feuerung vorbeigeführt wird und weder eine Besichtigung der jedenfalls sehr heifsen Flächen, noch eine Reinigung derselben möglich ist.

Von dem A. und E. Bruck'schen Kachelofen (Deutsche Bauzeitung, Jan. 1882, S. 37, m. Abbild.) gilt dasselbe; nur ist die Rückwand der Feuerung aus feuerfestem Thone gebildet; die Unzugänglichkeit und Unzulänglichkeit des Luftkanales ist aber noch gröfser als bei den vorhin genannten Oefen.

Tobiansky's Ofen (D. R.-P. No. 14070) besteht aus einem runden Füllschachte mit unten befindlichem Planroste, so dass die Feuerung desselben derjenigen des Meidinger Ofens sehr ähnlich ist. Concentrisch um diese den eigentlichen Ofen bildende Feuerung ist ein Wassergefäfs angebracht, welches zur Luftanfeuchtung dienen soll (wie regelt man dieselbe?) und welches gleichzeitig zwischen sich und der Ofenaufsenseite einen engen Kanal ringförmigen Querschnitts für die Erwärmung frischer Luft frei lässt. Auch hier werden die Heizflächen sehr heifs und können nicht gereinigt werden.

In einigen Beziehungen zweckmäfsiger ist der Haillot'sche eiserne Ofen (Annales industrielles, Januar 1882, S. 54, mit Abbild.), dessen Luftweg viel weiter ist und welcher nicht allein die Zuführung frischer, sondern auch die Abführung gebrauchter Luft befördert. Im übrigen dürfte derselbe kaum irgend welches Lob verdienen.

Ein gröfstentheils aus feuerfesten Steinen zusammengesetzter Ofen Haillot's (Annales industrielles, Januar 1882, S. 56) dürfte dagegen für viele Zwecke empfelenswerth sein. Der ebene Rost desselben liegt unter einem verhältnismäfsig engen Schachte, in welchem die Verbrennungserzeugnisse zunächst nach oben steigen. Sich seitwärts bewegend gelangt der Rauch in einen platten Kasten, in welchem er niedersinkend den gröfsten Theil seiner Wärme abgiebt, um schliefslich unten in den Schornstein zu entweichen; behufs des Anwärmens des Schornsteines befindet sich im oberen Theile des Ofens eine Klappe, nach deren Oeffnung der Rauch von dort in den Schornstein gelangt. Unter dem Ofen saugt der Schornstein gebrauchte Luft ab. Der Ofen ist nun von einem gemauerten (Kachel-) Mantel umgeben, so dass von unten nur frische Luft an den Ofen geleitet wird, welche oben in das betreffende Zimmer austritt. Die Querschnitte für die Luftführung sind reichlicher als bei den früher genannten Oefen gewählt und die Heizflächen können ohne Schwierigkeit gereinigt werden, aber der ummantelte Ofen nimmt einen grofsen Raum ein.

Rauchverbrennungseinrichtungen findet man an den Oefen von A. Jorns (D. R.-P. No. 12426, Dingl. pol. Journal, Bd. 243, S. 215, m. Abbild.), H. Gifhorn (D. R.-P. No. 13064, Dingl. pol. Journal, Bd. 243, S. 216, m. Abbild.), Joh. Hildebrand (D. R.-P. No. 14065, Romberg's Zeitschr. f. pr. Baukunst 1881, S. 515, m. Abbild.), Dunnachie (Iron, Febr. 1882, S. 79, m. Abbild.) und den Kaminen von Barnard, Bishop und Barnards (Iron, Febr. 1882, S. 82, m. Abbild.), sowie von Perret (Portefeuille des machines, März 1882, S. 35, m. Abbild.). Der angestrebte Erfolg dieser Constructionen dürfte — selbst bei sorgsamster Bedienung — nur theilweise erreicht werden. H. F.

Litteratur.

Die Dampfmaschinen mit Schiebersteuerung ohne Präcisions-Mechanismus. Eine Darstellung der Entwicklung, Fortschritte und Constructionsprincipien dieser Systeme. Von W. H. Uhland. Mit 300 Textfiguren, 20 Skizzenblättern und einem Atlas von 22 Tafeln in Photolithographie.

Das sehr umfassende Programm, welches vorstehender Titel giebt, wird ergänzt und näher erläutert durch einzelne Sätze der Vorrede: ». . . ist das Werk in erster Linie als Hülfs- und Handbuch für den Dampfmaschinen-Constructeur bestimmt und soll . . . dem Fachmann eine möglichst vollständige Sammlung bemerkenswerther Constructionen einschlägiger Dampfmaschinensysteme bieten, die durch den beschreibenden Text mit specieller Beziehung auf Vor- und Nachtheile in ihrem Wesen erläutert und durch bildliche Wiedergabe der wichtigsten Organe allgemein verständlich dargestellt sind.«

Sehen wir nun, wie diesem in Titel und Vorrede niedergelegten Programme entsprochen ist.

Das Werk bietet uns mit seinen Tafeln, Skizzenblättern und Textfiguren eine grofse Anzahl von mehr oder weniger detaillirten, den verschiedensten Quellen entnommenen Zeichnungen von hoffentlich durchweg ausgeführten Maschinen.

Der Text bringt mehr oder weniger ausführliche Erläuterungen dazu, mehrfach (aber nicht immer) längere oder kürzere Kritiken, ferner von vielen Maschinen, wenn die Mafse dazu vorliegen. Analyse der Steuerungen durch Zeunersche Diagramme.

Die »Constructionsprincipien« sind insofern vertreten, als sich als Einleitung zu den Gruppen, in welche die beschriebenen Maschinen eingetheilt sind. (nämlich Maschinen mit einfacher Schiebersteuerung und solche mit zwei oder mehreren Schiebern; ferner sind Kolbenschieber und Entlastungen sowie Umsteuerungsvorrichtungen in besonderen Capiteln behandelt) allgemeine Bemerkungen, und insbesondere beim einfachen Muschelschieber — sonst nur sehr vereinzelt — Constructionsregeln finden.

Die Worte »historische Entwicklung und Fortschritte« stehen sehr mit Unrecht im Titel — davon findet sich so gut wie gar nichts. Referent möchte das auch nicht beklagen; er wäre mit einem die Bestrebungen und Ansichten der Gegenwart gut wiedergebenden Buche vollkommen zufrieden.

Die gebotene Sammlung von Constructionen ist insofern als recht vollständig zu bezeichnen, als sie, soweit Referent die Litteratur übersehen kann, bei weitem das meiste von allem in den letzten zehn oder mehr Jahren veröffentlichten Material umfasst.

Wenn die Einzeldarstellung nach Umfang und Inhalt hier und da zu wünschen übrig lässt, so ist dies naturgemäfs weniger dem Verfasser, als den benutzten Quellen zur Last zu legen, wenngleich die Frage immerhin offen bleibt, ob sich nicht noch manches fehlende werthvolle Detail hätte heranschaffen lassen.

Das Buch wird dem geübten Constructeur ein sehr willkommenes Hülfsmittel sein; er wird nur ab und zu eine Undeutlichkeit der Zeichnung, oder, wie erwähnt, das Fehlen wesentlicher Details oder Mafse bei einer Ueberfülle von gleichgültigem Material beklagen, im übrigen aber des beigegebenen Textes nicht bedürfen und sich wenig um denselben kümmern.

In schlimmerer Lage sind aber diejenigen unter uns, welche noch nicht gelernt haben, das Steuer hinreichend sicher allein zu führen und des Textes mit seinen Erläuterungen und mit seiner Kritik noch bedürfen.

Die Aufgabe, eine gröfsere Anzahl von Constructionen »mit Erläuterung der Vor- und Nachtheile derselben allgemein verständlich darzustellen« — ist allerdings schwer, viel schwerer, als der Verfasser sich vorgestellt zu haben scheint.

Der ganze Text macht wenigstens den Eindruck, als habe der Verfasser seine Aufgabe zu leicht genommen und nicht überall diejenige Sorgfalt walten lassen, welche wir unserem Nachwuchs unbedingt schuldig sind, wenn wir ihm ein Hülfsmittel zur selbstständigen Weiterbildung an die Hand geben wollen. Es genügt dabei auch nicht, dass die Ausarbeitung des Buches selbst mit der nöthigen Sorgfalt geschehe — diese Sorgfalt hat sich auch auf die Benutzung aller zugänglichen Hülfsmittel zur Klärung und Berichtigung desjenigen Standpunktes zu erstrecken, von welchem aus die gebotene Kritik geübt wird. Dass in beiden Beziehungen der Text nicht probehaltig ist, mögen einige — von sehr vielen zur Verfügung stehenden — Beispiele erläutern.

Schon gleich im ersten Capitel. der Beschreibung des einfachen Muschelschiebers, tritt uns eine Anschauungsweise entgegen, welche lebhaft an den Standpunkt der fünfziger Jahre erinnert, heute aber nur noch bei gänzlicher Verkennung aller Lehren des Indicators und der Erfahrung erklärlich ist.

Z. B. S. 1: »Muschelschieber ohne Ueberdeckung finden sich (sc., wie aus dem Zusammenhange folgt: sind am Platze) bei Pumpen, Förder- und Gebläse-Maschinen«.

S. 2: »Je nach der Gröfse des Voreilungswinkels . . . erreicht man eine geringe Expansion«.

Ihre Ergänzung und Erläuterung finden diese Aussprüche aber dadurch, dass auf S. 3 die Periode der Dampfvertheilung vom Beginne der Compression an »falsche Expansion« genannt wird. Soviel Referent sich erinnert, bezeichnete man früher wohl so die Periode der Vorausströmung, welche in den Erläuterungen gänzlich unbeachtet bleibt.

Die Wirkung der Steuerung wird dann vom Anfang bis zum Beginn der Compression als gut bezeichnet, von da an als fehlerhaft! Als Mittel gegen diese »Fehlerhaftigkeit« wird dann eine kleine äufsere Ueberdeckung und geringes Voreilen empfolen!

Auf S. 9 werden 3 »Modificationen« der einfachen Muschelschiebersteuerung unterschieden, und zwar je nachdem der Schieber den Eintrittskanal 1. nicht ganz oder 2. gerade ganz öffnet oder 3. noch darüber hinaus geht!

An mehreren Stellen wird vor den Nachtheilen der Compression gewarnt, stärkere Expansionen durch den einfachen Schieber als unmöglich hingestellt (gelegentlich der Deprezschen Anordnung wird die Dampfvertheilung bei $^1/_{10}$ Füllung dargestellt als ungeeignet, den Kolben in Bewegung zu halten) u. s. w. u. s. w. — dann aber stofsen wir bei Beschreibung der Coulissensteuerung von P. Fink (S. 52) plötzlich auf die Erklärung, dieselbe wirke nur günstig bei kleinen Füllungen.

Auf die allgemeine Besprechung der Eigenschaften des einfachen Schiebers folgen, wie erwähnt, Beschreibungen einzelner Maschinen dieser Art. Allen voran gehen Tangye Brothers, deren Leistungen mit so uneingeschränktem Lobe bedacht werden, dass die Herren selbst es nicht besser hätten machen können. Es werden sogar für die 2 pferdige Maschine, an welche die Beschreibung zunächst anknüpft, kritiklos die Angaben des Originalprospectes wiedergegeben, wonach dieselbe bei $3^1/_2$ atm Dampfdruck pro Stunde 50 kg Speisewasser, entsprechend $7^1/_2$ kg Kohlen, verbrauchen soll — id est, da die indicirte Pferdestärke dabei zu 3,8 angegeben ist, 13,2 kg Speisewasser pro Stunde und indicirte Pferdestärke — und ebenso finden sich nach derselben Quelle und gleichfalls ohne jede Kritik die Maximal-Pferdestärken der sämmtlichen Tangyeschen Maschinen — Zahlen, welche ebensosehr von der wahrhaft staunenswerthen Unbefangenheit der englischen Fabrikanten als von dem leichten Herzen des Bearbeiters Zeugnis geben.

Bei der augenscheinlich grofsen Hochachtung des Verfassers vor den Verdiensten der Firma Tangye Brothers ist es zu verwundern, dass eine von denselben construirte Wandmaschine auf Seite 31/32 unter dem Namen einer deutschen Firma beschrieben wird, welche dieselbe nachbauen zu müssen geglaubt hat.

Seite 22 ff. (John Bourne & Co.) machen ihrer ganzen Fassung nach den Eindruck, als ob bei ihrer Abfassung der Prospect dieser Firma etwas zu reichlich benutzt worden wäre. Wir finden dort unter anderem die Bemerkung, dass die in den Kurbelscheiben angebrachten Gegengewichte, »weil sie das gleiche Metallgewicht haben wie der Kolben mit seinen Anhängseln«, die Stöfse und das Zittern in der (400 Umdrehungen pro Minute machenden) Maschine aufheben. Ferner steht dort der tiefsinnige Satz: »Es ist nicht schwieriger, bei einer schnellgehenden Maschine zu heizen, als bei einer langsam gehenden, vorausgesetzt, dass die Heizflächen im Verhältnis gröfser sind«. —

S. 26 finden wir eine Tabelle über die von den Erie City Iron Works gebauten Maschinen, enthaltend lediglich die Pferdestärken, die Cylinderdurchmesser und die Hublängen — Angaben, welche sich in gleicher Unvollständigkeit und Unbrauchbarkeit noch mehrfach finden. Hier hat der Verfasser auch die naheliegende Gelegenheit versäumt, an einem charakteristischen Beispiel die typischen Eigentümlichkeiten des landläufigen amerikanischen Dampfmaschinenbaues, welche in so vielen Punkten von unseren Gepflogenheiten abweichen, näher zu erläutern.

S. 33 findet sich eine zahlreiche Detailmafse und Detailangaben (mit Ausnahme der Umdrehungszahl pro Minute) enthaltende Tabelle über einen Satz von 8 Stück Wandmaschinen. Wir kommen auf dieselbe weiterhin zurück.

Während gelegentlich ganz gewöhnliche oder auch längst abgethane Constructionen »bemerkenswerth« genannt werden (z. B. diverse Geradführungen S. 32 und 39), wird bei der Maschine von Druitt-Halpin die geniale Anordnung des Dampfmantels mit keinem Worte bedacht, und ebenso flüchtig wird z. B. gerade über wesentlich charakteristische, von allem gebräuchlichen abweichende Eigentümlichkeiten der Duvergier'schen Maschine hinweggegangen, während ihrer Steuerung, die wohl am wenigsten zur Nachahmung reizen dürfte, zwei Seiten gewidmet sind.

Auf S. 59 und 60 sind die Kapselmaschinen mit ein paar Worten abgethan. Das mag ihrem dauernden Gebrauchswerthe entsprechen, keineswegs aber der Rolle, welche sie in der Gegenwart spielen, und wäre deshalb wohl ein ausführlicheres Eingehen auf dieselben am Platze gewesen.

Bei der allgemeinen Besprechung der Steuerungen mit zwei aufeinanderlaufenden Schiebern finden wir eine Unterscheidung der Fälle, dass der Expansionsschieber in seiner Mittelstellung den Grundschieberkanal um ein Gewisses geöffnet hält oder überdeckt, und dazu wird gesagt, dass im ersteren Falle der Voreilungswinkel des Expansionsexcentrics »im allgemeinen« gröfser ausfalle als derjenige des Grundschieberexcentrics, während im letzteren Falle das erstere mit Nacheilen aufgekeilt werden müsse!!!! Hier haben dem Verfasser seine beiden zur Erläuterung beigesetzten Figuren einen bösen Streich gespielt und ihn dazu verführt, die vollkommen gleichgültige, positive oder negative Ueberdeckung mit der Arbeit mit Aufsen- oder Innenkante zu verwechseln.

Von der bekannten Guinotte'schen Steuerung heifst es: »Die höchst sinnreiche G.'sche Steuerung, welche zwar in ihrer Construction etwas complicirt erscheint, besitzt so wesentliche Vortheile, namentlich in Verbindung mit den später noch zu behandelnden Umsteuerungsmechanismen, dass dieselbe in der Reihe der modernen Expansionssteuerungen einen hervorragenden Platz einnimmt.« Darauf wird denn eine Beschreibung der Construction gegeben, aber ohne den geringsten Hinweis auf die erwähnten »wesentlichen Vortheile«. Dieser Hinweis durfte um so weniger fehlen, als manche in der qu. Steuerung lediglich eine äufserst glückliche Lösung der Aufgabe finden wollen, einen möglichst einfachen Zweck mit möglichst complicirten Mitteln zu erreichen.

Eine ausführlichere Besprechung hätte auch wohl die zweite der als Beispiele der Guinotte-Steuerung mitgetheilten Maschine verdient — eine höchst interessante Balancier-Wasserhaltungsmaschine von 1400mm Durchm. und 3500mm Hub, mit Kolbensteuerung, ganz freistehenden gusseisernen Balancier-Pfeilern und augenscheinlich auf veränderliches Gewicht construirten schmiedeeisernen Schwungrädern von 8,4m Durchm. Mittelst dieser Gewichtsveränderung scheint man den Zweck zu verfolgen, die Veränderlichkeit der Leistung zu erhöhen. (bei Rädern von hinreichendem Gewichte für die Minimal-Geschwindigkeit würde die Maximal-Grenze zu tief liegen, weil bei rascherem Gange die Maschine mit zu wenig Geschwindigkeits-Abnahme durch die todten Punkte gehen würde) — einen Zweck, den wir freilich in viel rationellerer, einfacherer Weise durch die Kley'sche Construction zu erreichen wissen.

In der allgemeinen Besprechung der Meyer-Steuerung wird nur das Diagramm für die Arbeit mit der Aufsenkante gegeben; die Hinzufügung desjenigen für die Arbeit mit den Innenkanten hätte dem Verfasser den oben erwähnten schweren Fehler wahrscheinlich erspart. Als Mittel zur genauen Regulirung der Dampfvertheilung für beide Kolbenseiten ist verschiedene Ganghöhe für die beiden Schieberstangengewinde empfolen; so ziemlich ebenso weit, jedenfalls weit genug und auf viel einfachere Weise, kommt man bekanntlich dadurch, dass man die Expansionsschieber etwas aus der Mitte regulirt.

S. 91 bringt eine Tabelle für eine Anzahl Meyer-Steuerungen für »normale Verhältnisse«, für Cylinderdurchmesser von 160 bis 1000mm.

Heutigen normalen Verhältnissen entsprechen nun von vornherein schon kaum die angegebenen Füllungsgrenzen von 10 pCt. und 95 pCt. Eine nähere Untersuchung zeigt denn auch, dass die Steuerungen der Tabelle den Anforderungen, welche wir heute bezüglich richtiger Ein- und Ausströmung sowie raschen Abschlusses stellen, in keiner Weise genügen können.

S. 92 lesen wir, dass infolge der Anordnung des Schieberstangenmittels unterhalb des Maschinenmittels die Excentrics mit vergröfsertem Voreilungswinkel aufgekeilt werden müssen!! Die Veranlassung zu dieser nota bene ganz allgemein hingestellten Bemerkung giebt eine augenscheinlich für sogen. Vorwärtsgang eingerichtete Maschine!

S. 93 bringt uns wieder eine Tabelle, und zwar mit allen Haupt- und vielen Nebendimensionen eines »Satzes« von 9 Stück Dampfmaschinen von 2 bis 85 Pferdekr. aus derselben Fabrik, von welcher die schon oben erwähnte, S. 33 gegebene Wundmaschinen-Tabelle herrührt. Es fehlt, wie dort auch, die normale Umdrehungszahl. Die Tabelle wird eingeleitet mit den Worten: »Im allgemeinen sind die Maschinen dieser Fabrik sorgfältig dimensionirt, so dass wir es für angemessen halten . . . u. s. w.«

Schon bei ihrem ersten Erscheinen in einem der ersten Jahrgänge des »prakt. Masch. Constr.«, 1868 od. 1869, erregte die Tabelle vielfache Bedenken; unseren heutigen Anforderungen gegenüber ist sie aber vollkommen unhaltbar. Man muss freilich immer noch solche Maschinen bauen, weil es Leute giebt, die nur nach dem Preise kaufen — aber das Prädicat »sorgfältig dimensionirt« verdienen dieselben entschieden nicht.

Warum (S. 93) »muss das Maschinenbett auf Länge der Gradführung schmaler gehalten werden, wenn man die Leitschienen seitlich dicht an den Kreuzkopf rückt«?

Auf S. 94 finden wir von einer Maschine, welche freilich ebenso gut hätte fehlen können, an Dimensionen angegeben: den Cylinderdurchmesser, den Hub und die Zähnezahlen der Regulator-Betriebsräder!!

Die Construction der Rider-Schieber an der bekannten Sigl'schen Zwillings-Maschine von der Wiener Ausstellung heisst S. 112 »vollkommen entlastet«.

Die Farcot-Steuerung existirt nicht, wie angegeben wird, seit 1858, sondern seit 1843.

S. 129 ff. finden wir 2 Beispiele der vom Verfasser so genannten Steuerung System Guhrauer, und zwar Ausführungen von Ph. Swiderski und Ad. v. d. Becke.

Referent hat bereits in dem Aufsatze über den v. Reiche-schen Düsseldorfer Ausstellungsbericht (Septemberheft 1881) an Hand der dort erzielten Resultate auf diese Steuerung aufmerksam gemacht und sich seitdem vielfach bemüht, über die Geschichte derselben näheres zu erfahren. Er hat demnach feststellen können, dass in der That die erste Publication darüber vom Ingenieur A. Guhrauer ausgegangen ist (Zeitschrift d. östr. Architekten- und Ingenieur-Vereins, 1872, Heft 16), dass jedoch, nach freundlicher Mittheilung der beiden oben genannten Fabrikanten sowie des Hrn. G. Kuhn in Stuttgart-Berg, die sämmtlichen erwähnten Constructionen vollkommen unabhängig von dieser Publication sowohl wie von einander entstanden sind (G. Kuhn und A. v. d. Becke um 1874. P. Swiderski 1876). Es folgt dieses auch wohl ohne weiteres aus dem Vergleiche der bezw. Constructionen mit der von Guhrauer gegebenen Skizze. Da nun den genannten Herren nicht nur das Verdienst der Construction, sondern auch dasjenige der praktischen Durchführung und Ausbildung der Idee zukommt, so erscheint es dem Ref. doch zu weit gegangen, das System mit dem Namen des zufällig ersten Publicators zu belegen und dürfte die Bezeichnung Farcot-Meyer-Steuerung wohl umsomehr vorzuziehen sein, als sie einerseits das Princip vollständig deutlich macht und andererseits auch die bedeutenden Varianten einschliefsen kann, deren die Construction fähig ist.

Für das Capitel über Kolbenschieber mögen die neueren Publicationen (z. B. die Constructionen von Spannagel für Walzwerks-Maschinen) zu spät erschienen sein.

Die Entlastungen sind sehr dürftig behandelt, ebenso die Umsteuerungen durch Schieber-Constructionen. Von letzteren fehlen gerade die am meisten angewandten — eine, welche nach Wissen des Referenten zuerst von der Kölnischen Maschb. Act.-Ges. ausgeführt ist, und die Construction von Reuleaux.

Ebenso dürftig sind die Coulissensteuerungen behandelt. Dass der Verfasser für diese Repräsentanten par excellence der Expansion mit einem Schieber keine besondere Vorliebe haben würde, liefs sich wohl voraussehen; dass aber das Allan-Trick'sche System ganz übergangen werden konnte, war doch nicht zu erwarten.

Die Guinotte'sche Steuerung ist hier auch nicht wieder erwähnt; vor allem aber fehlen die so einfachen und schönen Sulzer'schen Constructionen für Schieber und Ventile, welche uns die Pariser Ausstellung von 1878 brachte.

Referent hat sich in obigem darauf beschränkt, eine Anzahl anstöfsiger Stellen, wie sie ihm gerade vorkamen, zu bemängeln; er will aber nicht verschweigen, dass hier bei weitem nur der kleinste Theil dessen erwähnt ist, was beim Durchlesen des Textes mit einer Blaustift-Marke bedacht werden musste. Das Aufgeführte aber mag genügen, das eingangs ausgesprochene Urteil über den Text zu rechtfertigen.

Hoffentlich giebt der Verfasser uns bald Gelegenheit, das angekündigte Werk über »Compound-Maschinen« auch Anfängern zum Studium empfelen zu können!

Noch ein paar Worte über die Ausstattung des Werkes. Die Tafeln des Atlasses sind mit Ausnahme weniger Stellen deutlich und gut; sie geben das wieder, was der Verfasser zu geben beabsichtigte. Anders liegt das aber bezüglich der Textfiguren. Für das rauhe Druckpapier ist die sonst sehr effectvolle Manier, die Querschnitte ganz schwarz zu halten und durch Lichtkanten zu trennen, durchaus nicht geeignet, und sind dadurch manche Figuren vollkommen ungeniefsbar geworden.

Auch für den kleinen Mafsstab der Skizzenblätter im Text bewährt sich die Manier nicht; eine saubere Schraffirung der Querschnitte würde wohl bessere Resultate gegeben haben.

M.

Landwirthschaftliche Maschinenkunde. Handbuch für den praktischen Landwirth von Dr. A. Wüst, Professor an der Universität und Geschäftsführer der Prüfungsstation für landwirthschaftliche Maschinen und Geräthe zu Halle a/S. Berlin bei Paul Parey. 1882. 456 Seiten octav. Preis 10 *M.*

Das vorliegende Buch behandelt alle landwirthschaftlichen Maschinen in drei Abschnitten. Davon bespricht der erste die vorkommenden Maschinentheile (28 S.), der zweite die Gewinnung von Betriebskraft durch Menschen, Thiere, Dampf, Luft, Gas, Wasser und Wind als Motoren (68 S.), der dritte Abschnitt beschäftigt sich mit: a) Maschinen zur Ortsänderung (Fuhrwerke, Dampfwagen, Bahnen), (Flaschenzüge, Winden), (Schöpfwerke, Widder) (80 S.); b) Maschinen zur Bodenbearbeitung (Pflüge, Grubber, Eggen, Walzen u. s. f.) (79 S.); c) Düngervertheiler; d) Maschinen zum Säen, Hacken, Jäten, Mähen, Trocknen und Aufbewahren von Gras und Getreide, zum Ernten von Kartoffeln und Rüben, zum Dreschen, Sortiren und Reinigen, zur Verarbeitung von Flachs und Hanf, zur Gewinnung von Trauben- und Obstsaft (169 S.); e) Maschinen zur Futterbereitung und zur Verarbeitung der Milch (62 S.). Die Construction der Maschinen wird durch 454 meist perspectivische Holzschnitte erläutert. Es finden sich überall Angaben über Preise und Leistungen der Maschinen. Besonders hervorgehoben sind die Gesichtspunkte, welche den Landwirth bei der Wahl bestimmen müssen und wie die Maschinen zu behandeln sind. Letzterer Punkt ist dem Werk eigentümlich. Da dem rühmlichst bekannten Verfasser aus eigenen Beobachtungen ein reiches praktisches Material zur Verfügung stand und er es versteht, in knapper Darstellung die praktisch wichtigen Anforderungen und bisherigen Leistungen klar zu stellen, so ist das Buch jedem zu empfelen, der sich, ohne maschinelle Details zu beanspruchen, über den gegenwärtigen Stand der landwirthschaftlichen Maschinentechnik unterrichten will.

G.

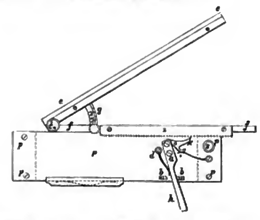
Zuschriften an die Redaction.

Sehr geehrter Herr Redacteur!

Im Aprilhefte der Vereinszeitschrift hat Hr. Maschinenbauführer Zoeppritz eine Anzahl Schraffirapparate beschrieben und einer Kritik unterzogen, woraus zu entnehmen ist, dass die einfachen Apparate, bei welchen ein Dreieck und ein Lineal abwechselnd an einander verschoben werden, grofse Uebung beim Gebrauche erfordern, während die complicirteren Instrumente gröfstentheils sehr unregelmäfsig functioniren und, wie z. B. der Richter'sche Apparat, Abweichungen bis zu 10 pCt. ergeben, oder wie der neue Wifsmann & Wallegg'sche gleichfalls sehr bedeutende Uebung erfordern, da man dabei sowohl auf Ausübung eines gleichmäfsigen Druckes auf den Druckknopf, als auch sehr genau auf das abwechselnde Festhalten des einen und Loslassen des anderen Theiles des Instrumentes zu achten hat, um einigermafsen gleichheitliche Resultate zu erzielen.

Ich glaube daher, dass die Beschreibung eines von mir bereits schon im Jahre 1867 angefertigten und auf der damaligen Pariser Weltausstellung ausgestellten Schraffirapparates, welcher die oben genannten Mängel nicht besitzt, da dessen Handhabung äufserst einfach und bequem ist und keinerlei Uebung oder besondere Geschicklichkeit voraussetzt, während die damit erzielten Resultate stets vollständig exact ausfallen, von allgemeinerem Interesse sein dürfte.

Dieser hier abgebildete Schraffirapparat besteht aus einer Metallplatte *P*, welche durch die an beiden Enden aufgeschraubten Unterlagplättchen *pp* auf der Zeichnungsfläche aufliegt und auf derselben durch die in eine feine Nadelspitze endigende Schraube *s* vor Verschiebung geschützt wird.



Mit der Platte *P* ist, längs derselben verschiebbar, die prismatische Führungsstange *f* verbunden, an welcher ein bei *c* drehbares Lineal *e* sowie die Zahnstange *z* befestigt sind. Durch den Hebel *h*, dessen Drehpunkt bei *a* ist, wird die Zahnstange und mit ihr das Lineal *e* vorwärtsbewegt und zwar um nur je einen Zahn, wofür die Begrenzung *bb* sorgt. Die rückgängige Bewegung des Hebels *h* besorgt die Feder *d*.

g ist ein Gradbogen, um das Lineal auf einen beliebigen Winkel zwischen 0° und 90° mit der Führungsstange *f* einstellen zu können. Von der Gröfse dieses Winkels ist die Entfernung der Linien, welche längs des Lineales gezogen werden (die Weite der Schraffur) abhängig, und zwar verhalten sich die Entfernungen der Linien wie die Sinus der Winkel. Man hat es daher in der Hand, jeden beliebigen Grad der Feinheit der Schraffur zu erzielen.

Da die Zahnstange auf der Theilmaschine geschnittene Millimeterzahnung hat, erhält man bei normaler Stellung des Lineals genau Millimeterschraffur.

Das Instrument eignet sich daher auch ganz vorzüglich zum Zeichnen genauer Mafsstäbe und Schraubengewinde u. s. w.

Ist für irgend einen Zweck die Millimeterschraffur noch zu fein, so kann wiederum durch je 2- oder mehrmals aufeinander folgendes Drücken des Hebels und entsprechende Einstellung des Lineales jede beliebige gröbere Schraffur erhalten werden.

Die Bewegung des Hebels *h* geschieht beim Gebrauche durch den Daumen der linken Hand, während die übrigen 4 Finger derselben auf der Platte *P* ruhen. Die Lage der Hand ist bei dieser Anordnung äufserst bequem und gar nicht ermüdend.

Nach geschehenem Gebrauche des Apparates wird die Zahnstange wieder in die Anfangslage zurückgeschoben, wobei man die Sperrklinke *k* etwas zurückhält.

München, den 25. April 1882.

Hochachtungsvollst

Clemens Riefler.
Fabrikant mathematischer Instrumente.

Präcisionssteuerung Patent Proell.

Geehrte Redaction!

In Heft 7 der Zeitschrift ist eine Abhandlung, überschrieben »Ueber die Präcisionssteuerung, Patent Proell, und ihre verschiedenen Anwendungen und Combinationen« enthalten, in welcher der Verfasser nach einer einleitenden Beschreibung des verbesserten Proell'schen Corlissapparates nachzuweisen versucht, dass durch geeignete Wahl der in Betracht kommenden Verhältnisse der Einfluss der bei Anwendung des Corlissapparates unvermeidlichen grofsen schädlichen Räume so herabgemindert werden könne, dass der Dampfverbrauch sich nicht wesentlich höher stelle, als bei Maschinen mit gewöhnlicher Expansionsregulirung.

Der Verfasser berechnet für verschiedene Fälle die Ersparnisse, welche bei Anwendung des Corlissapparates gegenüber der Drosselregulirung erzielt werden könnten. Er vergleicht zunächst den Dampfverbrauch einer Auspuffmaschine, welche mit $0{,}25$ Füllung und einer Admissionsspannung von 5^{atm} absolut in dem einen Falle mit Corlissapparat, im anderen mit gewöhnlicher Expansionsregulirung arbeitet, findet die Vergleichsziffern $0{,}000660$ gegen $0{,}000552$ und führt dann fort:

»Unser System arbeitet somit um:

$$\left(\frac{0{,}000660-0{,}000552}{0{,}000552}\right)\cdot 100 = \frac{0{,}0108}{0{,}000552} = 19{,}56 \text{ pCt.}$$

unvortheilhafter als die Systeme mit vollkommener (gewöhnlicher) Expansionsregulirung. Diese Differenz verschwindet aber fast ganz, wenn wir den Vortheil bestimmen, der in beiden Fällen gegenüber der Regulirung durch Drosselung bei fester Expansion gewonnen wird. Nehmen wir z. B. an, dass durch vollständige (gewöhnliche) Expansionsregulirung gegenüber der Drosselregulirung 30 pCt. gewonnen werden, so gewährt unser System letzterer gegenüber einen Vortheil von

$$30\,(1-0{,}1956) = 24{,}132 \text{ pCt.} = \text{rot. } 24 \text{ pCt.}$$

Der Schluss ist zwar sehr einfach, aber falsch, denn wenn

1. eine Maschine mit Drosselregulirung 100^{kg} Dampf verbraucht, dann arbeitet bei 30 pCt. Ersparnis
2. eine Maschine mit gewöhnlicher Expansionsregulirung mit 70^{kg}, und hiermit verglichen bei $19{,}56$ pCt. Mehrverbrauch
3. eine Maschine mit Corlissapparat mit $70 + \frac{19{,}56}{100}\cdot 70 = 83{,}69^{kg}$ Dampf.

Die Ersparnis des Corlissapparates gegenüber Drosselregulirung beträgt also nicht, wie oben angegeben, 24 pCt., sondern $100 - 83{,}69 = 16{,}31$ pCt., vorausgesetzt, dass durch gewöhnliche Expansionsregulirung 30 pCt. gespart werden.

In derselben Weise reduciren sich die Zahlen in den 3 folgenden Beispielen, nämlich $18{,}1$ pCt. Ersparnis anstatt 25 pCt. bei $0{,}25$ Füllung, 5^{atm} Anfangsdruck absolut und Condensation, ferner $9{,}7$ pCt. anstatt $21{,}2$ pCt. bei $^1/_5$ Füllung, 6^{atm} absolut ohne Condensation, und $7{,}6$ pCt. anstatt $20{,}4$ pCt. mit Condensation, in allen Fällen eine Ersparnis durch gewöhnliche Expansionsregulirung von 30 pCt. vorausgesetzt, welche also im letzten Falle etwa das 4fache derjenigen beträgt, welche durch den Proell'schen Corlissapparat erzielt wird.

Als eine werthvolle Eigenschaft des Corlissapparates wird die Möglichkeit bezeichnet, sowohl für den Hingang als Rückgang des Kolbens gleichen Abschluss durch den Schieber und gleiche Compression dadurch zu erreichen, dass man dem Schieber ungleiche lineare Voreilung geben kann, weil der Corlissapparat den Eintritt des Dampfes regulirt.

Bei Steuerungen mit getrennten Steuerungsorganen ist dies ebenfalls ohne weiteres möglich, bei Doppelschiebersteuerungen hat der gleiche Abschluss des einströmenden Dampfes durch den Vertheilungsschieber gar keinen Werth (ebensowenig beim Corlissapparat), dagegen lässt sich gleiche Compression ohne verschiedenes lineares Voreilen des Schiebers sehr leicht durch verschiedene innere Ueberdeckungen erreichen.

Gleicher Abschluss des Admissionsdampfes für alle Füllungsgrade lässt sich bei allen von der Kurbelwelle bethätigten Steuerungen (also auch beim Corlissapparat) schwer erreichen.

Barmen, 23. August 1882. F. Knüttel.

Geehrte Redaction!

Die im vorstehenden Schreiben von Hrn. F. Knüttel gemachten Bemerkungen zu unserem in Heft 7 dieser Zeitschrift veröffentlichten Artikel »Ueber die Präcisionssteuerung, Patent Proell und ihre verschiedenen Anwendungen und Combinationen« (Fortsetzung von S. 151) haben, was die Berechnung der Procentzahlen anbelangt, ihre Richtigkeit und müssen wir eingestehen, dass von unserer Seite in der That der Schluss nicht richtig gewesen ist. Immerhin glauben wir aber, dass durch die von Hrn. Knüttel berechneten niedrigeren Procentzahlen der Werth unserer Corlissapparate als Armaturstücke nicht vermindert wird, wenn auch dadurch die Grenze ihrer vortheilhaften Anwendung bei neuen Maschinen, welche die Concurrenz mit einer vollkommenen Expansionsregulirung aufzunehmen haben, etwas heruntergerückt wird.

Die Bedeutung der Anwendung unserer Corlissapparate bei alten Maschinen dürfte indes durch die vorstehenden Berichtigungen kaum alterirt werden. Vor allen Dingen kam es uns darauf an, zu zeigen, wie die Armirung einer Maschine mit unserem Corlissapparat am vortheilhaftesten zu geschehen habe, und glaubten wir auch besonders darauf hinweisen zu müssen, worin die werthvollen Eigenschaften des Systemes bestehen. Hr. Knüttel kritisirt die dritte von uns als werthvoll bezeichnete Eigenschaft des Systemes, die Möglichkeit, durch richtiges Einjustiren des Vertheilungsschiebers sowohl für den Hingang als Rückgang gleichen Abschluss durch den Schieber und gleiche Compression zu erhalten.

Wir halten das von uns angegebene Mittel für das einfachste, da hierbei der Schieber, wie allgemein in der Praxis üblich, gleiche äufsere und innere Ueberdeckung behalten kann und nur seine um ein bestimmtes Mafs nach der Deckelseite verschobene Befestigung an der Schieberstange nothwendig ist. Die Möglichkeit, die Eigenschaft gleichen Abschlusses auf anderem Wege zu erhalten, haben wir nicht bestritten, die unsymmetrische Construction sowohl der getrennten Steuerungsorgane als der Schiebersteuerung, die aber in diesem Falle nöthig ist, scheint uns durchaus nicht empfelenswerth. Wir erkennen überhaupt einen alleinigen Fortschritt bei der Ausbildung von Expansionssteuerungen, die unter Herrschaft des Regulators stehen, nur in der Schaffung von möglichst einfachen und zuverlässig wirkenden und in der Herstellung billigen Constructionen, bei denen namentlich auch auf die Vermeidung von Dampfverlusten infolge von Dampflässigkeit und die Möglichkeit einer dauernd guten Erhaltung der Dampfabschlussflächen gröfstes Gewicht gelegt ist.

Wir glauben, dass diese wichtigen Anforderungen von der neuesten Construction unseres Corlissapparates sämmtlich erfüllt werden. Der Unterschied, der zwischen einem rationell angeordneten Corlissapparate und vollkommener Expansionsregulirung zu Gunsten letzterer existirt, lässt sich indes auch vollends beseitigen, wenn man das Ventil vom Corlissapparat abtrennt und durch einen Expansionsschieber ersetzt, der sich nach Art der Meyer'schen Steuerung auf dem Rücken des Vertheilungsschiebers, aber in verticaler Richtung, bewegt. Ueber diese bereits mit Erfolg ausgeführte Combination behalten wir uns noch besondere Mittheilungen vor, die wir wegen ausstehender Betriebsresultate bisher noch nicht veröffentlichen wollten.

Dresden, 5. Sept. 1882. Hochachtungsvoll
Dr. Proell & Scharowsky.

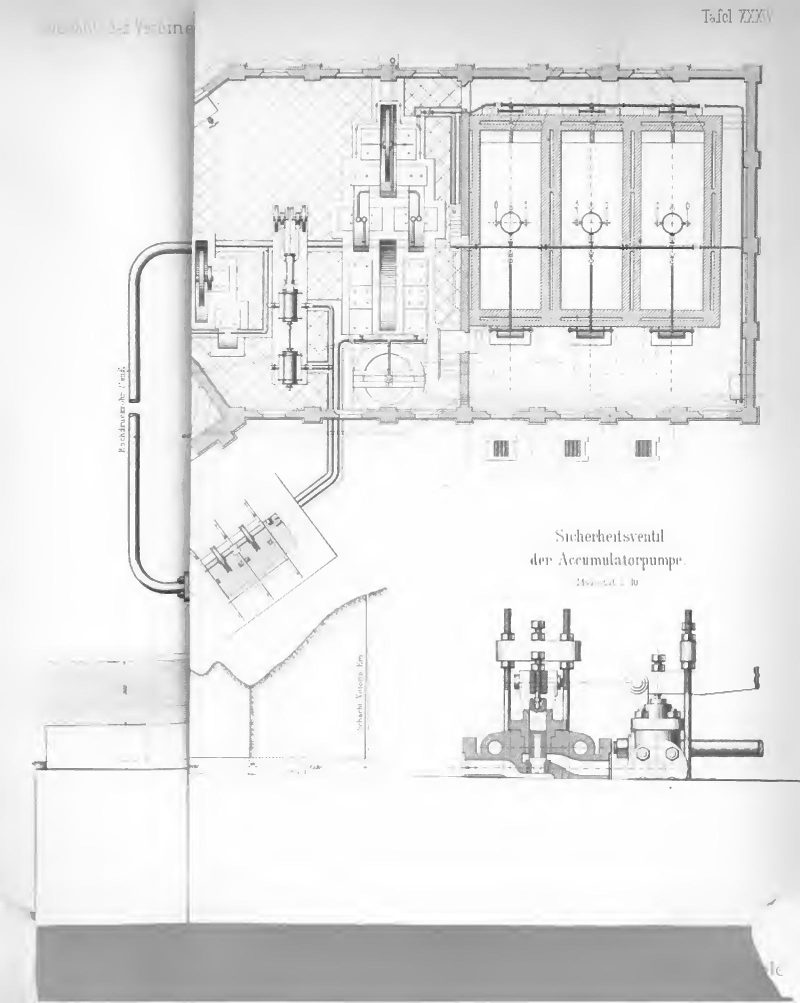
Geehrter Herr Redacteur!

In der Abhandlung »**Neuerungen in der Gewinnung des Zinkes**«, Heft 9 dies. Jahrg., wird gelegentlich der Röstung der Zinkblende behauptet, es lasse sich die Entschwefelung derselben mit gleichzeitiger Verwendung der Röstgase zur Schwefelsäurefabrikation nicht bewirken und es müsse Flammofenröstung zu Hülfe genommen werden.

Nachdem ich indes zu La Salle, Illinois, Schwefelsäure aus Zinkblende ohne Flammofenröstung und mit vollständiger Benutzung des Blendeschwefels für den Bleikammerbetrieb sehr günstig und in glattem Betriebe erzeugt habe, so wird man künftig die in solcher Allgemeinheit ausgesprochene Behauptung nicht mehr aufstellen dürfen.

Genehmigen Sie u. s. w. Friedr. Bode,
Dresden-Neustadt, 1. Octbr. 1882. Civil-Ingenieur.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 45/46.


Sicherheitsventil
der Accumulatorpumpe.

ZEITSCHRIFT

DES

VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1882. Band XXVI. Heft 11. Novemberheft.

Die Blei- und Zinkerzgrube Montiponi in Sardinien.

Von **Th. Gregorj**, Ingenieur in Mailand.

(Hierzu Tafel XXXIV.)

Die gegenwärtigen maschinellen Einrichtungen der Grube Monteponi, insbesondere die Anlage für Maschinenbohrung beim Betriebe des in Ausführung begriffenen tiefen Stollens, dürften für weitere Kreise nicht ohne Interesse sein, und soll im nachfolgenden hierüber in Kürze berichtet werden. Einige Notizen über die Geschichte der Entwickelung dieses Bergbaues und die bisherigen maschinellen Ausrüstungen mögen hier vorausgeschickt werden.

Monteponi (Pfauenberg) ist eine der ältesten Gruben Europas. Die erste Erzgewinnung — eigentlich noch kein Bergbau — datirt aus der Zeit der Herrschaft Karthago's; den Phöniciern folgten die Römer im Altertum und die Spanier im Mittelalter, und heute noch sind die Spuren des Bergbaues dieser verschiedenen Zeitalter und archäologische Funde nicht selten. Bis zum Anfange dieses Jahrhunderts war die Ausbeute stets sehr bescheiden und beschränkte sich die Gewinnung auf regellosen Tagebau. Selbst unter sardinischer Herrschaft bis in die 50er Jahre blieb die Production durchschnittlich unter 300^t jährlich. Diese geringe Ausbeute war die Folge sehr vernachlässigten Betriebes, zu welchem zu allen Zeiten nur Sträflinge verwendet wurden, und des verrufenen Malariaklimas.

Erst im Jahre 1850 erkannte die Regierung den Werth der Erzlager für die eigenen Einnahmen und für die eingeborne Bevölkerung und verpachtete die Gruben auf 30 Jahre einer italienischen Gesellschaft für 32000 Frcs. jährlich. Die neue Gesellschaft, mit bescheidenem Kapital gegründet, entwickelte den Betrieb bald derart, dass sie eine durchschnittliche Production von 1000^t jährlich, im Werthe von 2 Mill. Frcs. loco Grube, erreichte.

Monteponi liegt etwa 6^{km} westlich vom Meere und sein abgerundeter Gipfel erhebt sich etwa 360^m über dessen Fläche. Die Erze sind in mehr oder minder mächtigen Stöcken in ziemlich weichem und lockerem Kalkstein gelagert. Die Bergspitze lehnt sich nordöstlich an die angrenzenden Berge und das Terrain fällt südwestlich bis auf etwa 108^m steil in das Thal hinab. Der Bergbau begann von oben durch mehrere Stollen, und zwar wurden bis 1856 getrieben: S. Vittorio (268^m Höhe), Despine (259^m), Delaunay und S. Reale (226^m); später: Nicolay (206^m), Villamarina (174^m), S. Severino (142^m). Letzterer wurde 1864 vollendet und erhielt eine Länge von 500^m.

Im Jahre 1863 begann der Tiefbau. Auf der Höhe des Nicolaystollens wurde der erste Schacht »Vittorio Emanuele« abgeteuft und mit einer eincylindrigen Fördermaschine mit Vorgelege — von der Société de la Meuse geliefert — versehen. Dieser Schacht durchschnitt die Stollen Villamarina und S. Severino und wurde in kurzer Zeit auf 70^m über dem Meere gebracht. In dieser Tiefe wurde zum ersten Male Wasser aufgefahren, zu dessen Wältigung eine direct wirkende Wasserhaltungsmaschine von 130 Pferdekr. eingebaut werden musste. Beim Weiterteufen wurden jedoch die zufliessenden Wasser immer reichlicher und konnten durch die Wasserhaltung nicht mehr bewältigt werden, so dass sie nahezu unverändert auf der Höhe von 70^m blieben.

Im Jahre 1872 wurde die Abteufung eines zweiten Schachtes und zwar in der Nähe des ersten (213^m über dem Meere) begonnen. Dieser Schacht — »Sella« genannt — erhielt 18^{qm} Querschnitt und wurde in 8 Monaten bis zum Wasserstande (70^m) niedergebracht. Die Société de la Meuse lieferte zwei direct wirkende Wasserhaltungsmaschinen von $2{,}30^m$ Durchm. und über 3^m nutzbarem Hub zum Betriebe je eines Pumpensatzes von 600^{mm} Durchm. Für die Dampferzeugung dienten 12 gewöhnliche Langkessel mit je zwei darunterliegenden Vorwärmern mit einer Gesammtheizfläche von je 75^{qm} (33^{qm} Hauptkessel, 42^{qm} Vorwärmer).

Die Pumpen, welche je 728^l pro Hub lieferten und im Durchschnitt 5 Hübe pro Min. gestatteten, erwiesen sich von Anfang an als ungenügend; das Wasser blieb auf 70^m wie vorher.

Die grofsen Dampfcylinder ermöglichten eine Verdoppelung der Pumpen und aufserdem wurde der Stollen Vesme ($527{,}50^m$ Länge) bis zum Schachte durchgeschlagen und das Wasser nur bis zu dieser Stollensohle gehoben. Ein Viertel desselben musste jedoch für die Condensation zu Tage gehoben werden. Auch diese Verdoppelung der Pumpen zeigte nicht genügende Wirkung; der Wasserspiegel konnte im Mittel nicht unter 61^m gebracht werden, und der Kohlenverbrauch stieg auf etwa 50^t sardinischer Braunkohlen täglich.

Für den Transport der Erze nach dem Meere und der Kohlen nach der Grube und für die angrenzenden Gruben fand man es zweckmäfsig, eine schmalspurige Eisenbahn von 21^{km} Länge zu bauen; diese verband die Grube mit einem zur Einschiffung geeigneten Meerbusen — Porto Vesme —; die der Grube am nächsten liegende Eisenbahnstation lag etwa 100^m tiefer als die Aufbereitung und die Kesselhäuser, so dass eine Verbindung mittelst Bremsberges (300^m Länge, 12^t Last) hergestellt werden musste, um den Transport von der Aufbereitung bis zum Hafen ohne Umladung zu ermöglichen.

Die Aufbereitung erfolgte bis 1878 ausschliefslich von Hand, das Condensationswasser der Maschinen diente für die Wäschen.

Dem jetzigen ausgezeichneten Grubendirector Herrn Ferraris ist es zu danken, dass in den letzten Jahren alle Arbeiten auf der Grube eine bessere Richtung angenommen haben und auch in der Aufbereitung grofse Ersparnisse erlangt wurden. Seit 1877 ist die mechanische Aufbereitung in bester Form eingeführt worden, zwei neue Wäschen sind in Thätigkeit und eine dritte ist in Bau begriffen.

Die Bleierze werden ohne Waschung in drei Gattungen von Hand geschieden; die erste enthält 80 pCt. Blei, die

zweite 62 pCt., die dritte 15 bis 20 pCt.; letztere allein wird zerkleinert, gewaschen und auf 62 pCt. gebracht. Der Silbergehalt ist gering (300g pro Tonne Blei). Die Gesammtproduction in 1880/81 betrug a) an Bleierzen 11342t, wovon $^1/_4$ erster Qualität und $^1/_4$ von der Wäsche; b) an Zinkerzen etwa 3000t, mit einem Gesammtwerthe von über 2 Millionen Francs.

Dieser eben beschriebenen Anlage haften manche Mängel an, welche ihre Erklärung in der allmählichen und unregelmäfsigen Entwickelung und darin finden, dass die Grube stets Eigentum des Staates war. Der Förderschacht ist zu hoch angelegt, in Anbetracht des Umstandes, dass Grund und Boden keinen Werth besitzen und eine bedeutende Haldenhöhe nicht erforderlich war; 9 Jahre später wurde sogar der Pumpenschacht noch höher angelegt, und zwar in lockerem Kalk, in welchem grofse Wassermengen aufgefahren wurden, so dass die Abteufung schliefslich ganz eingestellt werden musste. Die Wasserhaltung hätte tiefer im Thal angelegt und die Abteufung in wenig wasserführendem Schiefer ausgeführt werden können. Selbst die Aufbereitung hätte tiefer angelegt und der Kohlentransport auf die Höhe der bestehenden Wäschen erspart werden können. Der Kohlenverbrauch für die ganze Maschinenanlage war ein sehr bedeutender.

Aus dem Jahre 1880/81 habe ich die Betriebsresultate von etwa 200 Arbeitstagen in der folgenden Tabelle zusammengestellt, und zwar beziehen sich die ersten 5 Nummern auf ununterbrochenen, die übrigen auf nur zwölfstündigen Betrieb. Der durchschnittliche Kohlenverbrauch pro effect. Pferd und Stunde übersteigt dieser Zusammenstellung gemäfs 7kg sardinischer Braunkohle von allerdings nicht sehr guter Qualität; aber selbst in den Fällen, wo viel Cardiff-Kohle verbrannt wurde, ist der Verbrauch beträchtlich grofs.

Lfd. No.	Kohlenverbrauch in Kilogramm: Cardiffkohle	Braunkohle	Zusammen	Arbeitszeit in Stunden	Gesammtzahl der Hübe	Hübe in einer Minute	Gesammtleistung in Pferdekräften	Stündlicher Kohlenverbrauch	Stündl. Kohlenverbrauch für eine Pferdekr.	Stündliche Brennstoffkosten für eine Pferdekraft in Francs*)
1	332 651	462 647	795 298	1337	317 313	rot. 4	110,5	595	5,39	0,128
2	337 914	386 678	724 592	1282	264 659	3,44	95,6	565	5,91	0,147
3	118 123	875 762	993 885	1350	301 566	3,72	104,0	736	7,1	0,126
4	75 425	915 576	991 001	1330	345 880	4,34	120,6	745	6,1	0,105
5	116 621	1 208 375	1 324 996	1449	353 923	4,07	113,0	914	8,1	0,140
6	6 503	742 016	748 519	985	208 676	3,53	98,1	760	7,7	0,121
7	—	717 473	717 473	692	172 754	4,16	115,6	1037	∾9	0,139

*) Bei dieser Berechnung ist der Preis der Cardiffkohle zu 35,5 Frcs., derjenige der Braunkohle zu 15,5 ℳ pro Tonne franco Grube angenommen; man sieht, dass der Zusatz von Cardiffkohle keinen Nutzen brachte.

Die Ursachen dieses schlechten Nutzeffectes sind vielfache; einen wesentlich ungünstigen Einfluss hatte auch das schlechte kalkhaltige Speisewasser, welches viele Störungen an Kesseln und Maschinen und in Verbindung mit der Veränderlichkeit der Kohlengüte die gröfsten Schwankungen im Verbrauch verursachte. Eine weitere Ursache liegt in der Unzweckmäfsigkeit der Maschinen selbst. Die Dampfcylinder sind zu grofs, der Dampfdruck zu niedrig und die Condensation, System Letoret, zu unvollkommen, so dass die zum Heben des Condensationswassers erforderliche Arbeit mehr betrug, als durch die Condensation gewonnen wurde.

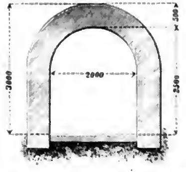
Schon im Jahre 1872, ehe man die Eisenbahn und die grofsen Pumpen anlegte und ehe man überhaupt die in der Tiefe vorhandene Wassermenge ermitteln konnte, kam man durch Anregung des Ministers Sella auf den Gedanken, ob es nicht besser wäre, eine natürliche Entwässerung mittelst eines Stollens nach dem Meere zu suchen. Seinerzeit war der Tunnelbau nicht so entwickelt wie heute, und muthmafslich meinte man, bei Pumpen mit geringeren Kosten auskommen zu können; dazu kam noch der Umstand, dass mit dem Jahre 1879 der Pachtvertrag der Gesellschaft zu Ende ging, und so entschloss man sich für die Pumpenanlage.

Inzwischen wurde man mit dem Gedanken der Anlage eines Stollens mehr und mehr vertraut, und es wurden auch von Seiten der Regierung Studien darüber gemacht; als nun im Jahre 1880 die Grube der Gesellschaft Monteponi endgültig verkauft wurde, so geschah es unter der Bedingung, dass sie die Arbeiten in demselben Mafse wie vorher forttreiben werde, dass sie also Mittel schaffen müsse, die Wasser zu gewältigen. An Pumpen war nicht mehr zu denken, und so kam man in Uebereinstimmung mit der Regierung zu dem Entschlusse, einen Entwässerungsstollen von fast 6km Länge zu bauen.

Entwässerungsstollen.

Der Stollen sollte laut Vertrag binnen einem Jahre begonnen und nicht mehr als 10m über dem Meeresspiegel gehalten werden; seine Neigung sollte $^1/_2$ pro Mille, der freie Querschnitt mindestens 3m Höhe auf 1,7m Breite betragen und das Profil für mindestens 1cbm Wasser pro Secunde ausreichend sein.

Anfangs Juni 1880 waren die geologischen und geodätischen Studien so weit, dass man zur Tracirung des Stollens schreiten konnte. Dabei wurde naturgemäfs nicht nur der nächste Weg vom Meere nach dem Förderschachte, sondern vielmehr — um an Zeit zu gewinnen — auch der nächste Weg nach dem Kalklager gesucht, da man die Ueberzeugung besafs, dass sämmtliche Wasser des Kalkes ein und dasselbe Grundwasser seien, und dass sie Abfluss finden würden, sobald mit dem Stollen der Kalk aufgefahren würde. Man setzte ferner, die Bauzeit und die Anlage- und Betriebskosten miteinander abwägend und mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des Bodens, zwei Angriffsschächte fest und tracirte danach die Axe des Stollens. Derselbe konnte daher von fünf Stellen aus gleichzeitig angegriffen werden, d. h. nach beiden Richtungen hin von den zwei Schächten und auch vom Meer aus, und die einzelnen Strecken sollten derart bemessen werden, dass sie nahezu gleichzeitig fertig würden, jedoch etwas eher von der Seeseite aus (s. das Profil auf Tafel XXXIV). Von dem Schachte Cattaneo aus nach dem Meere zu ist die Gegend im Hochsommer der Malaria wegen unbewohnbar; daher sollten die Arbeiten während 3 Monate des Jahres still stehen, und wurde mit Rücksicht hierauf angenommen, dass auf diesem Punkte die Handarbeit genügen würde. Zwischen den zwei Schächten aber ist eine kalkartige Linse eingeschaltet, welche vermuthlich viel mehr Wasser zuführen wird als das übrige Schiefergebirge; es lag daher der Gedanke nahe, auch vom Schachte Cattaneo nach Schacht Baccarini möglichst rasch vorzudringen, um diese Kalklinse von der Seite desto eher zu erreichen und dem Wasser einen natürlichen Abfluss zu gestatten. Mit Rücksicht darauf und auf die von der Bodenbeschaffenheit sich ergebenden Strecken wurde auf Schacht Baccarini beiderseits und von Cattaneo nach Baccarini mechanische Bohrung angenommen, im übrigen Handarbeit.



Nebenstehende Zeichnung stellt den Querschnitt des fertigen Tunnels dar, welcher für eine Maximalwassermenge von 60^{cbm} pro Minute ausreichen soll; man rechnet jedoch nur auf höchstens 20 bis 25^{cbm}. Die Abflusshöhe in die Meeressümpfe ist auf $2{,}5^{m}$ angenommen; daher hat man $4{,}025^{m}$ bei der Berührung mit dem Kalkstein und $5{,}437^{m}$ beim Vittorioschacht, und da der jetzige bleibende Wasserstand beim Pumpen $61{,}5^{m}$ ist, so wird mit dem Stollen eine Teufe von 56^{m} trocken gelegt.

Die Pumpenanlage Monteponi sollte ihrer Gröfse nach für die Wasserhaltung bis zum Meeresspiegel genügen. Es fragt sich nun, wenn die Pumpen nach dem heutigen Stande der Technik ökonomisch arbeiten würden, ob es nicht zweckmäfsiger gewesen wäre, zu pumpen, anstatt den Stollen zu bauen. Ich will daher einen groben Vergleich anstellen.

Rechnet man 20^{cbm} Wasser pro Minute und 80^{m} Förderhöhe desselben, sowie, dass 6000^{l} der Condensation und der Wäsche wegen noch 92^{m} höher gehoben werden müssen, so wäre die Gesammtarbeit ~ 480 Pferde effectiv, also bei 60 pCt. Nutzeffect 800 Pferdekr. indicirt; nimmt man einen Verbrauch von 10^{kg} Dampf pro indicirte Pferdekraft und Stunde, 7 fache Verdampfung und einen Kohlenpreis von 30 Frcs. pro Tonne an, so ergiebt sich ein Kohlenverbrauch von $360 \times 24 \times 800 \times {}^{10}/_{7} = 9874^{t}$ pro Jahr, entsprechend einer Ausgabe von 296220 Frcs.; rechnet man dazu noch etwa 23780 Frcs. für Wartung u. s. w., so betragen die Kosten des Pumpenbetriebes rund 320000 Frcs.

Die Kosten des Stollens sind veranschlagt auf 1700000 Frcs.; die Arbeit soll nach $3^{1}/_{2}$ Jahren vollendet sein.

Berücksichtigt man die Zinsen während der Bauzeit und rechnet auf eine Amortisation in 6 Jahren, weil in dieser Zeit die Grube bis auf Meerespiegelhöhe ausgebeutet sein wird, sowie die jährliche Auslage für die Wasserhebung für die Aufbereitung (etwa 2000^{l}) auf etwa 54000 Frcs., so erfordert der Stollenbetrieb rund 520000 Frcs. jährlicher Ausgabe.

Die Stollenanlage würde sich demnach gegenüber dem Betriebe mit Pumpen nicht lohnen, um so weniger, wenn die Maschine auf der Thalsohle angelegt wären. Aber man hofft, gröfsere Bleierzlager unter dem Meeresspiegel zu finden, in welchem Falle die Rentabilität bei fortschreitendem Abbau erzielt werden wird.

Vor Beschreibung der maschinellen Anlage erwähne ich noch kurz inbezug auf den allgemeinen Arbeitsvorgang, dass sowohl bei Hand- als auch bei der maschinellen Bohrung das ganze Profil ausgebrochen wird und in kurzer Entfernung die Mauerung beginnt. Ein gewöhnliches Grubengeleise von 666^{mm} Spurweite, aber zweigeleisig, wird bis zu wenigen Metern vor Ort geführt, zuerst vorläufig, dann endgültig, je nach Fortschritt der Maurerarbeiten. Die Sohle soll zu allerletzt aus Beton mit etwa 15^{cm} dickem Wurf hergestellt werden, nachdem die Eisenbahn entfernt sein wird. Die Mauerung erfolgt durch den vor Ort gewonnenen Schiefer, als Bindemittel dient gewöhnlicher Mörtel mit Pozzolan vermischt. Sämmtliche Tunnelarbeiten werden im Accord und zwar einschliefsl. Materialtransport ausgeführt. Das Gestein ist ziemlich hart, regelmäfsig und beinahe senkrecht geschichtet, zerfällt jedoch an der Luft bald. Bei Handbohrung ist täglich 1^{m} Fortschritt, mit den Brandt'schen Bohrmaschinen hingegen 3^{m} erzielbar. Maurerarbeit und Materialtransport bleiben jedoch zurück, so dass im Mittel 2^{m} fertiger Stollen gerechnet werden können. Nähere Angaben hierüber hoffe ich später machen zu können.

Schachtanlagen.

1. Schacht Cattaneo. Wie oben erwähnt, ist die Anlage dieses Schachtes von untergeordneter Bedeutung und dessen Einrichtung, die Fördermaschine ausgenommen, aus vorhandenen Maschinen zusammengestellt. Die Fördermaschine, eigentlich ein Dampfhaspel, von der Firma C. & T. T. Pattison in Neapel ausgeführt, ist später für eine andere Grube bestimmt. Zwei Luftcompressoren stehender Anordnung und englischer Construction, eine Dampfmaschine, zwei einfachwirkende Luftpumpen betreibend, sind unter 90^{0} gekuppelt.

Die Luft soll doppeltem Zwecke dienen: zur Ventilation des Tunnels und zur mechanischen Bohrung mit Burleigh'schen Bohrmaschinen. Eine kleine Dampfpumpe unten im Schachte liefert das Wasser zu Tage für die Anfertigung des Mörtels und für die Speisung von zwei stehenden Röhrenkesseln von 20 bis 25^{qm} Heizfläche. Eine 5^{km} lange Telephonleitung verbindet diesen Schacht mit dem anderen, mit der Eisenbahnstation, mit den Werkstätten und mit dem Verwaltungsgebäude, eine Einrichtung, die sich bei der Montage sehr gut bewährt hat.

2. Schacht Baccarini (s. Tafel XXXIV) ist mit einer geordneten, einheitlichen Maschinenanlage versehen, die über das augenblickliche Bedürfnis hinausgeht, und zwar mit Rücksicht darauf, dass etwa 400^{m} entfernt der Hauptschacht einer anderen Grube liegt, welcher durch den Stollen gleichzeitig entwässert werden soll. Ursprünglich wurde hier auf Verwendung comprimirter Luft gerechnet; die Anlage wurde auch danach entworfen und die Fundamente waren zum grofsen Theile schon gelegt, als man sich im October 1880 für die Brandt'schen Bohrmaschinen entschied; nicht ganz zehn Monate später, am 3. Juli 1881, waren die Maschinen im Gange und wurde der erste Bohrversuch angestellt.

Wer den Bau derartiger Anlagen durchgeführt hat, wird die Schwierigkeiten bezüglich der Kosten ermessen können. Es handelte sich um vorläufige und dementsprechend billige Anlagen, welche dennoch dauerhaft genug gebaut sein mussten, um jede Arbeitsunterbrechung zu vermeiden. Aufserdem hatten die örtlichen Verhältnisse bestimmenden Einfluss; im vorliegenden Falle waren, trotzdem das Gebäude möglichst klein gehalten wurde, auf der einen Seite 6^{m} Fundirung nöthig und auf der Gegenseite musste in Felsen gehauen werden, um den nöthigen Platz zu gewinnen. Die theueren Fundamente machten viele Ersparungen in anderer Hinsicht nothwendig, aufserdem vertheuerte die Beschleunigung die Arbeit und zudem durfte man in Sardinien überhaupt und hauptsächlich in der Sommerzeit mit den Arbeitern nicht wählerisch sein. Solide Bauten sind der örtlichen Verhältnisse wegen unbedingt erforderlich; in der ganzen Sommerzeit von Mai bis November fällt kein Regen, der Boden ist dürre und verbrannt und die Feuersgefahr für leichte Holzbauten eine sehr bedeutende; andererseits bieten während der Regenzeit bei heftigen Stürmen selbst die besten Einrichtungen kaum genügenden Schutz.

Das nöthige Wasser für Kesselspeisung und für die Zubereitung des Mörtels sollte aus dem Schachte gepumpt werden, und falls dies nicht genügend wäre, so sollte das angesammelte Regenwasser mithelfen. Zu dem Zwecke wurde eine Hälfte des Wohnhauses unterwölbt und im Keller ein etwa 120^{cbm} fassender Behälter angelegt; hieran anstofsend wurde ein zweiter, gleich grofser Behälter gegraben, in welchem sowohl das Regenwasser als auch das aus dem Schachte gepumpte trübe Wasser eine erste Reinigung durchmachen sollten. Von hier fliefst das Wasser durch einen Ueberfall in die innere Abtheilung, von wo aus es durch unterirdische Leitungen für die verschiedenen Zwecke entnommen wird.

Förderanlage. Der Schacht ist unterhalb des Diensttunnels mit Brettern verschalt, die obersten 13^{m} aber sind aufgemauert und darauf ist der freistehende Förderthurm verankert. Dieser ist ganz aus Winkeleisen zusammengesetzt und mit Wellenblechbedachung versehen.

Trotz der aufserordentlich leichten Construction des Fachwerkes zeigte sich bei der Probebelastung so gut wie keine Durchbiegung oder Verdrehung des Thurmes, welche ein unrichtiges Aufwickeln der flachen Seile hätte verursachen können.

Der ganze Thurm sammt Bedachung ist 4000^{kg} schwer und die Seilscheiben sind $8{,}50^{m}$ über Hängebank gelagert. Die Belastung beträgt 750^{kg} Erz, 750^{kg} die zweietagige Schale, 250^{kg} Wagengewicht, 250^{kg} Seilgewicht, zusammen 2000^{kg}.

Die Fördermaschine, ein Zwilling von 250 Durchm. und 560 Hub, ist nach eingesandten Zeichnungen von der Firma Pattison ausgeführt und bietet nichts aufsergewöhnliches;

sie hat Zahnradübersetzung 2 : 5 und ist auf gusseisernen Hohlgussrahmen gelagert. Die Seilkörbe sind auf der Axe verstellbar, die Bremsung geschieht durch Trittwerk und von Hand durch Schraube. Der Gang der Maschine ist ein ruhiger, soweit die rohe Verzahnung es gestattet. Man hat diese Anordnung der directwirkenden vorgezogen, weil nicht mehr als 200 Wagen im Tage gefördert werden und die Maschine mit Vorgelege kleiner und billiger wird. Uebrigens sind sämmtliche Fördermaschinen Sardiniens nach dem alten belgischen Systeme mit Vorgelege versehen, und zwar alle eincylindrig.

Ventilation. Für die Ventilirung wurde folgendes zu Grunde gelegt: Ein Arbeiter mit Licht verbraucht 580^{cbm} Luft in 24 Stunden. 1^{kg} Dynamit verdirbt 50^{cbm} Luft.[1]) Für 36 Arbeiter und 20^{kg} Dynamit täglich müssen also in 24 Stunden 21 880^{cbm} Luft erneuert werden. Ein Kolbenventilator von 480^{mm} Durchm., 820^{mm} Hub bei 55 Touren giebt theoretisch 23 500^{cbm} Luft; das ist in Wirklichkeit nicht genügend, da die Luft in der Gegend an und für sich ungesund ist. Deshalb hat man für einen zweiten gleich grofsen Cylinder von Anfang an die Einrichtung vorgesehen, durch Erfahrung belehrt, wie nachtheilig auch in finanzieller Beziehung eine mangelhafte Ventilirung sein kann. Man hat zwei kleine Cylinder einem grofsen vorgezogen, um den Betrieb zu sichern und mit Rücksicht auf ihre spätere Verwendung. Beide Cylinder sind saugend oder drückend zu gebrauchen und können später für höheren Druck verwendet werden. Die Kolbenliderung ist aus Messing, die Ventilklappen aus Gummi hergestellt. Von Zeit zu Zeit wird etwas Wasser eingelassen. Die Luftleitung ist aus sog. Dampfheizungsröhren hergestellt, die 140^{mm} Durchm. im Schacht, 100^{mm} für jede Abzweigung im Stollen besitzen.

Die **Bohrmaschinen** und zugehörigen Compressoren wurden von Gebr. Sulzer geliefert und montirt. Die Brandtschen Bohrmaschinen, in weiteren Kreisen bekannt, bestehen aus zwei neben einander liegenden Cylindern von 62^{mm} Kolbendurchm. mit Kolbensteuerung. Die Kurbelaxe trägt eine Schnecke, und das eingreifende Schneckenrad mit 38 Zähnen sitzt auf der Bohrspindel, welche hinten in einen Kolben von 130^{mm} Durchm. endet und durch Wasserdruck auf derselben vor- und zurückgeschoben wird. Der Bohrer macht im Mittel 3 bis 3½ Umdrehungen pro Minute; er ist röhrenförmig von 60 bis 80^{mm} Durchm. und 10 bis 12^{mm} Wandstärke und trägt auf der arbeitenden Stirnfläche drei Zähne. Um das Gewicht der Bohrmaschine möglichst klein zu halten, ist der Vorschub des Presskolbens klein — etwa 300^{mm} —, dafür aber werden die Bohrer verlängert durch Zwischenstücke, die zwischen Bohrerkopf und Bohrerspindel eingeschraubt werden. Bei jeder Verlängerung des Bohrers wird der innere Kern aus demselben herausgenommen. Das arbeitende Wasser, welches mit einem gewissen Druck aus den Cylindern heraustritt, kann ganz oder zum Theil durch die hohle Bohrerspindel ausgelassen werden und dient zur Spülung des Bohrloches. Zwei solcher Maschinen werden auf eine Spannsäule befestigt, so dass jede Maschine auf der Säule verschoben und in der Normalebene zur Säule beliebig gestellt werden kann. Die Säule trägt einen Plunger und kann nach Art der hydraulischen Presse durch Wasserdruck um etwa 50^{cm} verlängert und gegen die Tunnelwände gestemmt werden. Das Gewicht einer Maschine beträgt etwa 250^{kg}. Fünf solcher Bohrmaschinen hat die Gesellschaft Monteponi angeschafft, und zwar sollen deren vier, zwei auf jeder Tunnelseite, gleichzeitig arbeiten; die fünfte soll als Reserve dienen. Für den Transport im Tunnel werden sie mitsammt Tragsäule auf einen Wagen gestellt und können in jeder Höhe und Richtung mit aller Leichtigkeit gestellt und befestigt werden.

Der Wasserdruck, den diese Bohrmaschinen erfordern, schwankt zwischen 50 und 100^{atm} je nach Art und Beschaffenheit des Gesteines; das Wasser wird von den Pumpen bis zu den Bohrmaschinen mittelst gezogener Gasröhren, von 50^{mm} Durchm. im Schacht, von 32^{mm} Durchm. im Tunnel, geführt. Diese Röhren sind mittelst Muffen mit Rechts- und Linksgewinde verbunden; ihre Enden sind scharf abgedreht, und dient ein Kupferring als Dichtung. Das letzte Stück Leitung im Anschluss an die Bohrmaschinen ist aus mehreren Gelenkstücken gebildet. Um nach jeder Explosion die Luft im Tunnel möglichst rasch zu reinigen, wird Druckwasser ausgespritzt.

[1]) Siehe die betr. Angaben in No. 6 u. 26 der Wochenschrift 1882.

Druckpumpen. Eine Zwillingsventilmaschine von 270^{mm} Durchm., 660^{mm} Hub, von etwa 55 Pferdekr. Maximalleistung, deren Expansion durch Porter'schen Regulator verstellbar ist, treibt zwei Kirchweger'sche Differentialplungerpumpen von 44 bezw. 62^{mm} Plungerdurchm., welche bei normaler Geschwindigkeit je 2^{l} Wasser pro Umdrehung liefern (siehe Tafel XXXIV). Die Plungerkolben sind direct an die durchgehenden Kolbenstangen der Dampfmaschinen gekuppelt und gehen durch drei Stopfbüchsen hindurch. Die Verpackung ist aus gut eingeseiften Manillazöpfen und hält bei dem hohen Drucke sehr gut. Ganz gleiche Pumpen wurden auf der Westseite des Arlbergtunnels aufgestellt.

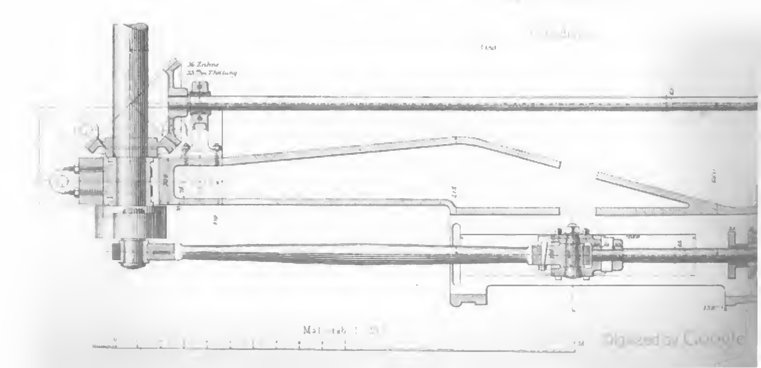
Das interessanteste an der Anlage ist der Accumulator, womit auf sehr sinnreiche Weise die Schwierigkeit überwunden wurde, auf die man bei der Uebertragung einer Kraft durch hydraulischen Druck stets gestofsen ist. Armstrong'sche Accumulatoren leisten für hydraulische Aufzüge gute Dienste, sind aber bei ununterbrochenem und an Kraftaufwand wechselndem Betriebe ungenügend; man kann sie niemals grofs genug machen, um die eintretenden Schwankungen auszugleichen, und man kommt damit zu sehr starken Dimensionen und zu gewaltigen Gegengewichten. Ein Accumulator soll wie ein Regulator auf den Motor wirken und seine Geschwindigkeit durch Aenderung der Expansion regeln; dies ist durch die Sulzer'sche Construction erreicht, so dass ein Plunger von 85^{mm} Durchm. und etwa 1,50^{m} Hub die gröfsten Schwankungen auszugleichen genügt. Der Grundgedanke dieser Anordnung (siehe Tafel XXXIV) ist folgender: Die Stellung der Hülse beim Porter'schen Regulator ist von seiner Umdrehungsgeschwindigkeit und vom relativen Gewichte der Kugeln und der Birne abhängig; ändert man den einen oder den anderen dieser beiden Factoren, so nimmt die Hülse eine andere Stellung an und die Maschine eine andere Expansion. In der Regel, bei veränderlichem Widerstande, wird die Geschwindigkeit eine andere; aber im vorliegenden Falle bleibt der Widerstand unverändert, weil der Druck derselbe bleibt. Will man die Leistung der Maschine und damit ihre Geschwindigkeit unabhängig vom Widerstand ändern, so kann man dies durch Veränderung des Birnengewichtes erreichen. Am Hebel, welcher die Regulatorhülse umfasst, ist ein Wasserbehälter angehängt, der mit dem Accumulator durch Stellzeug verbunden ist; wenn nun durch Abstellung einer oder mehrerer Bohrmaschinen der Wasserverbrauch vermindert wird, so steigt der Accumulator; ehe er aber seine höchste Stellung erreicht, drückt er an einen Hebel, öffnet die vom Behälter abführende Leitung und lässt Wasser aus demselben ausströmen: die Hülse steigt infolge dessen und vermindert die Expansion; die Maschine geht langsamer und kann auch zum Stillstande gebracht werden, wenn alles Wasser aus dem Behälter auslaufen würde. Letzteres aber strömt durch eine Schütze aus und die Ausflussmenge ist von der Stellung der Hülse abhängig. Indessen ist möglicherweise der Accumulator weiter gestiegen, hat ein Sicherheitsventil aufgemacht und wartet, bis die Maschine den richtigen Gang, dem Verbrauch entsprechend, angenommen hat; jedoch kommt dies höchst selten vor, denn der Regulator wirkt stets zeitig genug. Wird der Wasserverbrauch im Stollen gröfser, so sinkt der Accumulator, stöfst unten an einen zweiten Hebel an und lässt Wasser in den Behälter; infolge dessen wird die Füllung der Dampfcylinder vergröfsert und damit die Geschwindigkeit der Maschine. Selbstverständlich wird zur Speisung des Behälters am Regulator nicht das Hochdruckwasser des Accumulators gebraucht, sondern Wasser aus einem höher gelegenen offenen Behälter, wie auf der Zeichnung angedeutet ist.

Diese Einrichtung wirkt sehr zuverlässig; der Accumulator ist allerdings in immerwährender Bewegung, aber er verursacht keinen Stofs, und die Maschine läuft bald mit 10, bald mit 80 Touren, je nach Bedarf und ohne unnöthigen Dampfverbrauch. Der Wasserdruck, der bei derselben Anlage, je nach der Härte des Gesteins, verschieden sein kann, wird durch Vermehrung oder Verminderung des Gegengewichtes am Accumulator geregelt. Der Accumulator ist hinter den Druckpumpen aufgestellt und das Druckrohr der Pumpen führt einerseits zum Accumulator, andererseits zum Schachte; eine Zweigleitung dient dazu, um reparirte Bohrmaschinen u. s. w. über Tage zu probiren.

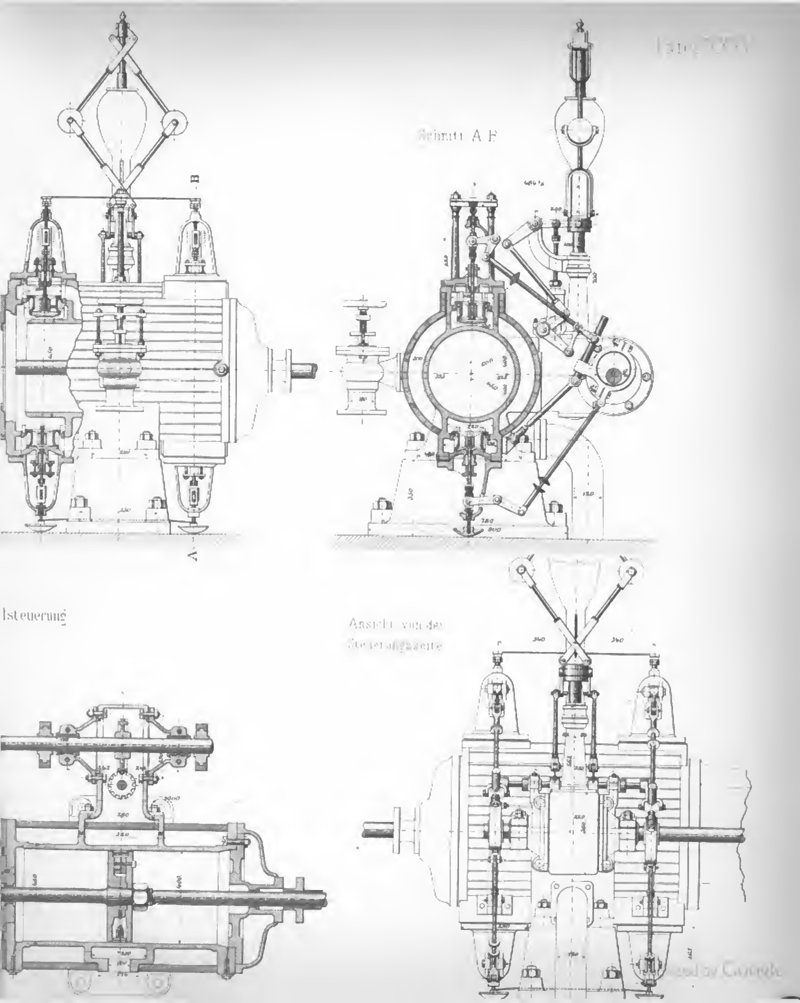
Maschinenfabrik Cyclop.

Liegende Dampfmaschine 400 mm Cylinderdurchmesser 800 mm Hub mit Vent

Deutsches Reichs-Patent No 15790



Maßstab 1 : 20


Schnitt A B
Ansicht von der Steuerungsseite
lsteuerung
A
B

Schachtpumpe. Das Druckwasser der Druckpumpen wird zum Theile zur Bewegung einer Wassersäulenmaschine verwendet, welche unten im Schacht aufgestellt worden ist, um das von den Bohrmaschinen auslaufende und das im Stollen durchsickernde und sich sammelnde Wasser zu den oben beschriebenen Speisewasserbehältern zu führen. Auch diese Maschine, welche ihrer Bestimmung nach nicht zu viel Platz einnehmen darf, ist sehr gedrungen und zweckmäfsig angeordnet und trägt das Gepräge der Sulzer'schen Werkstätte. Es ist auch eine Art von Differentialpumpe stehender Anordnung mit neben einander liegenden Treib- und Pumpenkolben. Bei normaler Leistung soll sie 6^l pro Secunde heben, d. h. 4^l von den Bohrmaschinen und gegebenenfalls 2^l Grundwasser; sie kann übrigens zwischen gewissen Grenzen beliebig geregelt werden und besitzt eine selbstthätige Abstellung. Diese Pumpe, welche sozusagen ununterbrochen arbeitet, trägt dazu bei, dass die Leistung der Druckpumpen und der Gang der Dampfmaschine regelmäfsiger werden; im anderen Falle, beim gleichzeitigen Abstellen sämmtlicher Bohrmaschinen — was auch eintreten kann — müssten die Compressoren ganz stille stehen.

Hülfsmaschinen. Eine 18 pferdige Schiebermaschine von Gebr. Sulzer treibt mittelst Transmission die Ventilationsmaschine, eine Fräse zum Nachschärfen der Gesteinbohrer, eine Drehbank, eine Bohrmaschine und einen Schleifstein, indem man, um Zeitverluste zu vermeiden, die kleinen Reparaturen an Ort und Stelle machen will.

Dampfkessel. Zum Betriebe der ganzen Anlage sind drei Dampfkessel — System Cornwall mit Galloway-Röhren — angelegt worden, und weil der Betrieb ein ununterbrochener ist, so soll einer als Reserve dienen. Die Kessel haben $1{,}86^m$ Durchm., die Feuerröhren 990^{mm} Durchm. und besitzen je zwei Vorwärmer. Die Heizfläche jedes Kessels beträgt etwa 64^{qm} einschl. Vorwärmer. Die Kessel sind also reichlich grofs genommen; aber der Betrieb soll, wie schon gesagt, ununterbrochen sein, und aufserdem wird eine ziemlich staubige sardinische Braunkohle zur Heizung verwendet. Zu dem Zweck ist ein ziemlich feiner Rost, nach Art der Mehl'schen, aber etwas gröber, angebracht worden, der sich sehr gut halten soll. Die Gegend bot Gelegenheit, einen hohen Schornstein mit wenigen Kosten herzustellen; seine ganze Höhe beträgt 45^m, wovon 30^m etwa unter 30^0 am Bergrücken und 15^m senkrecht oben am Berge. Die Verbrennung ist als eine vollkommene zu bezeichnen, obschon die am Himmel strahlende Sonne sehr oft den Zug stört.

Die Kesselspeisung wird in der Regel durch eine an die Druckpumpen angehängte Pumpe besorgt; für jeden Fall der Störung ist aber auch eine im Kesselhause aufgestellte Dampfpumpe vorhanden.

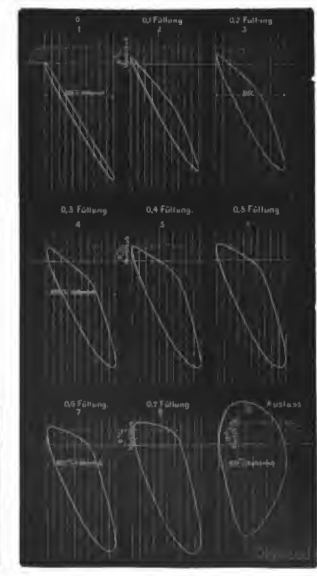
Dampfmaschine mit zwangläufiger Ventilsteuerung der Maschinenfabrik Cyclop, Mehlis & Behrens, in Berlin.

(Hierzu Tafel XXXV.)

Die auf Tafel XXXV Fig. 1 bis 4 dargestellte Dampfmaschine mit zwangläufiger Ventilsteuerung, D. R.-P. 15790, gebaut von der Maschinenfabrik Cyclop in Berlin, hat 400^{mm} Durchm., 800^{mm} Hub. Ihre Steuerung unterscheidet sich von anderen dieser Art hauptsächlich dadurch, dass sie wenig bewegte Theile hat, mithin sehr einfach ist.

Längs der Dampfmaschine liegt die Steuerungswelle, welche mittelst konischer Räder von der Schwungradwelle getrieben wird und mit letzterer gleiche Umdrehungszahl hat. Die Steuerungswelle trägt zwei Excenter, von welchen jedes ein Einlassventil und ein Auslassventil bewegt. Die Excenterbügel sind mit einer geraden Coulisse fest verbunden und wird je ein Punkt der Bügel nach einer Kreisbogenlinie geführt. Jeder Punkt der Coulisse macht dadurch eine Bewegung, welche sich durch eine birnenförmige Curve darstellt. Diese Bewegung wird zur Bewegung der Dampfeinlassventile, welche je nach dem Stande der Coulissensteine eine andere ist, benutzt, während die Auslassventile einfach an die Excenterbügel angekuppelt sind und eine von der Stellung des Coulissensteines unabhängige Bewegung haben.

In den beistehenden Diagrammen ist die Bewegung der Einlassventile für verschiedene Stellungen des Coulissensteines graphisch dargestellt. Die Ordinaten über der Horizontalen geben dabei in $^1/_2$ der wirklichen Gröfse die Höhe der Ventilöffnungen zu den in $^1/_{10}$ der wirklichen Gröfse durch die Abscissen dargestellten Kolbenstellungen. Die punktirte Curve stellt die Ventilöffnung dar, die erforderlich wäre, wenn die Dampfgeschwindigkeit genau 16mal so grofs wie die Kolbengeschwindigkeit sein sollte.



Die negativen Ordinaten der Diagrammcurven endlich geben die Stellungen an, welche die Ventile einnehmen würden, wenn sie nicht durch die Ventilsitze an der weiteren Bewegung gehindert würden. Es wird deshalb die weitere Bewegung der Coulissensteine durch eine ausziehbare Zugstange ermöglicht.

Wie die Diagramme 1 bis 8 zeigen, findet der Beginn des Ventilhubes immer kurz vor dem todten Punkte der Kurbel statt. Der Anhub erfolgt schnell, so dass sofort eine reichliche Oeffnung vorhanden ist. Die Niederbewegung erfolgt verhältnismäfsig langsam, wodurch ein hartes Aufschlagen der Ventile vermieden und eine lange Dauer der Dichtigkeit der Ventile gesichert ist. Wie die Diagramme Fig. 1 bis 8 zeigen, kann der Füllungsgrad von 0 bis 0,7 Füllung geändert werden.

Die Bewegung der Coulissensteine in den Coulissen und dadurch die Regulirung des Füllungsgrades erfolgt durch einen Porter'schen Regulator, welcher bei der gezeichneten Maschine von der Steuerungswelle mittelst Schraubenräder getrieben

wird. Da die Coulissensteine, wenn das Ventil aufsitzt, also zeitweise, entlastet sind, so ist für die Bewegung nur eine geringe Kraft nöthig. Zur Sicherung gegen sprungweise Bewegung ist der Regulator mit einer Oelpumpe versehen.

Das Diagramm Fig. 9 veranschaulicht die Stellung des Auslassventiles bei den verschiedenen Kolbenstellungen. Der Hub desselben ist sehr reichlich genommen, was aber, da der Schluss zwangläufig und nicht zu rasch ist, keine schädlichen Ventilschläge veranlasst.

Die abgebildete Maschine ist für den Betrieb der elektrischen Lichtmaschinen der Ausstellung für Hygiene und Rettungswesen in Berlin bestimmt; andere Maschinen desselben Systems sind theils im Betriebe, theils in Ausführung begriffen, z. B. für die neue technische Hochschule in Berlin-Charlottenburg.

Schwimmender Kran von 60 Tonnen Tragfähigkeit.

Von **W. Theis** in Palermo.

(Hierzu Tafel XXXVI.)

Die Aufgabe dieses Krans besteht darin, schwere Maschinenstücke, Dampfkessel und dergl. vom Strande zu holen oder zum Strande zu bringen, an Bord der Schiffe ein- oder auszuladen.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich, die den Kran in Längenansicht, Vorderansicht und Grundriss darstellt, sind die Hauptbestandtheile, aus denen sich derselbe zusammensetzt, folgende:

1. Ein aus Winkeleisen und Blechen gebautes Boot mit flachem Boden und geraden Wänden, nur am Vordertheile etwas zugespitzt, versehen mit Deckbalken und Deck sowie dem Steuerruder.

2. Zwei Gitterträger, welche das ganze Boot durchlaufen, mit demselben steif verbunden sind und in Gemeinschaft mit den beiden Wandungen den Biegungsanstrengungen widerstehen, welche von oben nach unten vorn durch die Streben und die Nutzlast, hinten durch die als Gegengewicht wirkenden Maschinen und den Wasserballast erzeugt, von unten nach oben aber durch den Auftrieb des Wassers ausgeglichen werden.

3. Zwei aus Eisenblech zusammengenietete, nach den Enden hin verjüngte Streben von kreisförmigem Querschnitte, die eine Art Scheere bilden, an ihren Köpfen durch eine schmiedeiserne Querstange steif mit einander verbunden sind, mit ihren Füfsen aber in Pfannen ruhen, die eine kleine auf- und abschwingende Bewegung gestatten. Diese Fufslager stützen sich wiederum auf einen aus Walzeisen zusammengesetzten, über die ganze Breite des Bootes sich ausdehnenden Balken, welcher zunächst auf den schon genannten Gitterbalken ruht, aufserdem aber noch durch zwei trapezförmige Träger gehalten wird, welche den längs der Axe der Streben auftretenden Kräften unmittelbar entgegen wirken.

4. Zwei Drahtseile, die bestimmt sind, die Köpfe der Streben an die Bootwandungen festzuankern, fünfmal aufwärts und ebenso oft abwärts laufen und an einem Ende eine Trommel umgürten, welche durch ein Wurmrad verstellt und in beliebiger Stellung festgehalten wird. Bei dieser Anordnung erhält man anderen Befestigungsweisen gegenüber zunächst den Vortheil, dass sich der Zug gleichmäfsig auf alle Tauenden vertheilt, woraus der weitere entspringt, dass jede Seillänge nur einen Zug zu ertragen hat, welcher dem zwanzigsten Theile der Gesammtlast entspricht, und dass die Seile zu beiden Seiten mit Leichtigkeit gleichmäfsig gespannt und zu jeder Zeit wieder nachgespannt werden können. Damit die Seile sich an ihren Auflagen nicht verschleifsen, laufen dieselben sowohl an ihren oberen als auch unteren Enden über Scheiben mit Führungsrinnen von ansehnlichem Durchmesser.

5. Die Aufwindekette und ein entsprechender Flaschenzug von 6 Rollen; Ketten, welche eine gewisse Dicke überschreiten, sind nach meiner Erfahrung selten zuverlässig, erleiden leicht Formänderung und sind schwer zu handhaben. Es ist aber bei einem solchen Kran nöthig, dass man sich durchaus auf die Widerstandsfähigkeit der Kette verlassen könne, will man nicht täglich Menschenleben sowie grofse Geldsummen aufs Spiel setzen. Deshalb legt die zur Verwendung gekommene Kette sechs Mal den Weg auf- und abwärts zurück, ehe sie mit ihren beiden Enden auf die Windetrommeln aufläuft, und braucht daher nur einem Zuge zu widerstehen, welcher einem Zwölftel der Gesammtlast entspricht.

6. Ein doppelter Windeapparat, der sich der Hauptsache nach aus den beiden mächtigen Aufwindetrommeln und den Uebersetzungsorganen zwischen diesen und der Kraftmaschine zusammensetzt. Da die Trommeln ihre Bewegung durch zwei kräftige Wurmräder erhalten, so kann die Last in jedweder Stellung ohne Zuthun eines besonderen Mechanismus angehalten werden; bei einem allenfallsigen Bruch eines Bestandtheiles der Kraftmaschine oder der Transmission wird dieselbe also nicht herunterfallen können. Es sind zwei verschiedene Räderübersetzungen vorgesehen worden, damit das Aufhissen je nach der Gröfse der Last schneller oder langsamer erfolgen könne; aufserdem gestattet die Kraftmaschine noch Geschwindigkeitsänderungen in ziemlich weiten Grenzen.

7. Eine zweicylindrige Dampfmaschine mit Umsteuerung und deren Kessel.

8. Ein Behälter für Wasserballast, mit welchem das Boot für verschiedene Lasten in wagerechter Lage gehalten werden kann.

9. Eine Kreiselpumpe zum Entleeren des Wasserkastens.

10. Zwillingsschrauben und Zubehör zur Fortbewegung des Bootes.

11. Eine kräftige Handwinde für verschiedene Zwecke.

12. Eine Vorrichtung, um zu starken Schwingungen der Scheere, durch plötzliche Widerstandsänderungen hervorgerufen, entgegenzuwirken.

Es war anfänglich beabsichtigt, die Scheere nach dem Vorbilde gewisser Hafenkrane mit einer ein- und ausspringenden Bewegung auszurüsten, doch stand ich der Einfachheit wegen von diesem Gedanken ab, zumal die Anforderung, Gegenstände bei sich zu bergen, nicht an den Kran gestellt wurde und bei den ansehnlichen Abmessungen desselben das Innere der Schiffe genügend zugänglich erschien.

Die Hauptabmessungen der einzelnen Bestandtheile sind:

Länge des Bootes	25^m
Breite desselben	10^m
Höhe desselben	$3{,}25^m$
Hautdicke	7^{mm}
Höhe des Scheerengipfels über Deck	24^m
Freie Ausladung (kann vergröfsert werden)	7^m
Durchmesser der Streben in der Mitte	$0{,}90^m$
Blechdicke derselben	12^{mm}
Durchmesser des Ketteneisens	25^{mm}
Durchmesser der Stahldrahtseile	30^{mm}
Durchmesser der Führungsrollen	600^{mm}
Durchmesser der Kettenscheiben des Flaschenzuges	600^{mm}
Durchmesser der Querstange, an welcher die obere Flasche hängt	160^{mm}
Durchmesser der Windetrommeln	$1{,}800^m$
Länge derselben	$2{,}200^m$
Durchmesser der Schneckenräder	$1{,}400^m$
Durchmesser der Schrauben ohne Ende	240^{mm}
Gang	75^{mm}
Breite der Zähne	150^{mm}
Theilung der Zahnräder	45^{mm}
Nominalstärke der Zwillingsmaschine	12 Pfdkr.

Geschwindigkeiten für das Heben und Senken der Lasten:

Anzahl der Umdrehungen der Dampfmaschinenwelle	80 bis 100
Uebersetzungen der Zwischenräder	$1/1$ und $1/2$
Umdrehungen der Schraube ohne Ende von	40 bis 160
Umdrehungszahlen der Trommeln pro Minute von	$2/3$ bis $2{,}7$
Geschwindigkeiten der Kettenenden pro Minute von	$2{,}66^m$ bis $10{,}8^m$
Geschwindigkeiten der Last pro Minute von	$0{,}45^m$ bis $1{,}6^m$
Um eine Last um 10^m zu heben oder zu senken, bedarf es einer Zeit von	22 bis 6 Min.

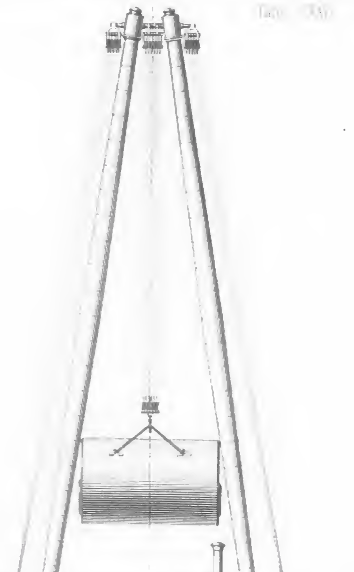
W. T

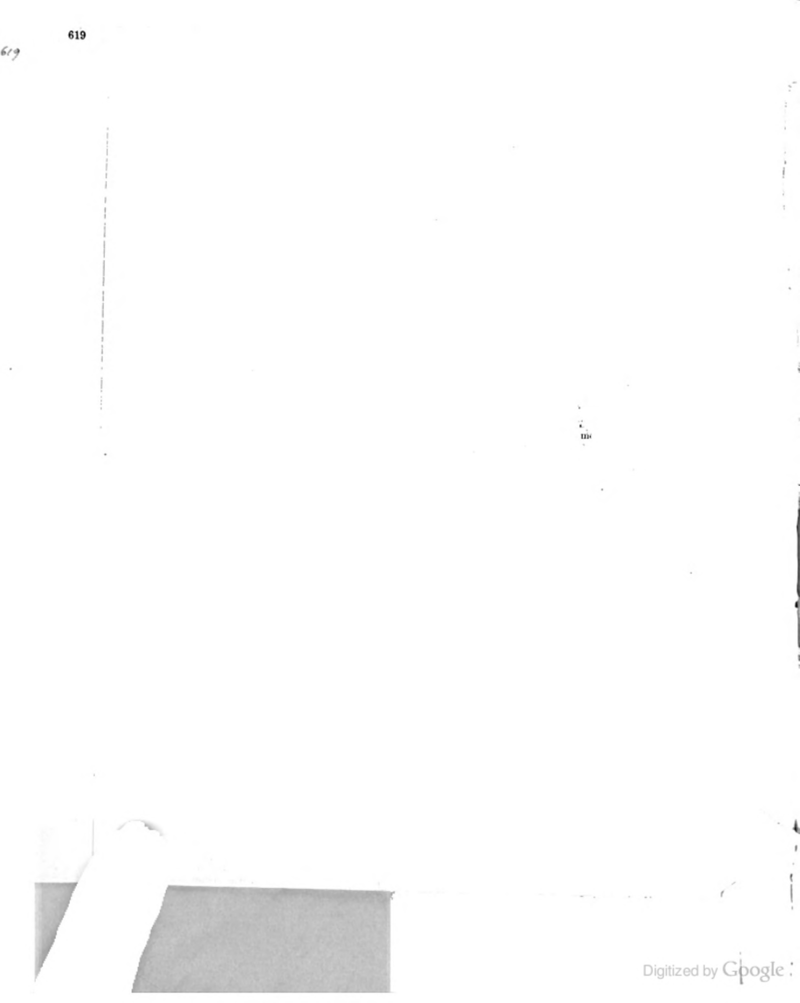
Schwimm

von 60 Tonne

Die Linien mit Pfeilspitze
Maßstabe von 0,8 mm pro T
Bestandtheile an und grei







Das Wasserstoffsuperoxyd und seine Verwendung in der Technik, Chirurgie und Medicin.

Von Dr. P. Ebell in Pfungstadt.

(Vorgetragen in der Sitzung des Hannoverschen Bezirksvereines deutscher Ingenieure vom 9. December 1881.)

Die Bleicherei gehört zu denjenigen Vorgängen, welche seit der ältesten Zeit ausgeübt sind; ihr Endzweck trägt einer specifischen Neigung des Menschen Rechnung, nämlich der, unbestimmte, dem Auge hässlich erscheinende Färbungen aus den verschiedensten Gegenständen fortzuschaffen und angenehmere an deren Stelle zu setzen.

Vorwiegend ist wohl die weifse Farbe dem Menschen angenehm, mit ihr verbindet sich der Begriff der Reinlichkeit, der Ordnung und des Lichtes; sie bietet auch die Grundlage, um beliebige andere Farben durch Färbung auflegen zu können.

Die oben erwähnten missfälligen Färbungen der verschiedensten Gebrauchsgegenstände, welche durch den Bleichprocess entfernt werden sollen, werden zunächst hervorgerufen durch chemische Verbindungen, welche entweder ohne chemische Reaction oder durch eine solche in Lösung gebracht werden können. Ganz genau lassen sie sich nicht kennzeichnen, sie sind wechselnder Zusammensetzung, zeigen jedoch, bei verschiedenen zu einander gehörigen Gruppen von Körpern, wenn nicht ein völlig gleiches, so doch ein ähnliches Verhalten.

Aus diesem Grunde empfielt es sich, den Bleichprocess an der Hand verschiedener Gruppen von zu bleichenden Gegenständen zu betrachten und nicht von den Bleichmitteln selbst auszugehen.

Die Bleicherei der Gespinnstfaser ist zweifellos der wichtigste Theil der gesammten Bleicherei. Es unterscheiden sich von vornherein die Fasern pflanzlicher Stoffe, die vegetabilische, und die Fasern thierischer Stoffe, die animalische Gespinnstfaser.

Der Bleichprocess muss für beide ein verschiedener sein, weil einmal die zu entfernenden färbenden Verbindungen bei beiden verschieden sind und eine abweichende Behandlung erfordern, andererseits die Widerstandsfähigkeit der Faser selbst gegen chemische Agentien nicht gleich ist. Es dürfen nie solche Bleichmittel zur Verwendung kommen, welche bei eintretender Bleichung den Bestand der Faser selbst ernstlich gefährden. Der Bleichprocess besteht in allen Fällen aus physikalischen und chemischen Vorgängen, die stellenweise durch einander laufen.

Das erste Hauptterfordernis, um einen Gegenstand der Bleichung zu unterwerfen, ist, denselben angreifbar für das Bleichmittel zu machen; die ganze Vorbereitung z. B. der Gespinnstfaser verfolgt diesen Zweck.

Vorbereitung der Gespinnstfaser für den Bleichprocess.

Die Pflanzenfasern enthalten aufser der eigentlichen Faser eine Anzahl anderer Substanzen, welche dieselbe zu ihrem Schutze gegen Feuchtigkeit und Luft umgeben. Diese verhindern gleichzeitig bei der Bleiche die Benetzbarkeit durch die Bleichflüssigkeit und müssen daher aus diesem Grunde vorher thunlichst entfernt werden. Die Operation der Rotte, des Bäuchens mit alkalischen Laugen und Säuren verbunden mit mechanischer Bearbeitung strebt dieses Ziel an.

Die Fasern thierischer Abkunft enthalten im rohen Zustande nur Schweifs und Fette, zu deren Entfernung nicht die kräftig wirkenden alkalischen Laugen, welche den Bestand der Faser selbst gefährden würden, Verwendung finden dürfen. Als schwach alkalisch wirkend, die Fette verseifend und emouillirend sind neben Soda und Potasche besonders Wasserglas, phosphorsaures Natron und das kohlensaure Ammoniak des Handels an Stelle des früher verwendeten gefaulten Harns benutzt und empfolen. Allen voran stehen aber die Seifen; sie wirken am besten und gefährden die Faser am geringsten.

Der Bleichprocess im allgemeinen.

Die Aufgabe, welche dem Bleichprocesse zufällt, ist, dem Gewichte nach nur geringe Antheile von Farbstoffen zu entfernen. Zur Durchführung derselben lassen sich verschiedene Vorgänge benutzen.

1. Der Farbstoff wird durch den Bleichprocess mechanisch gelöst.
2. Er erleidet eine derartige chemische Veränderung, dass er aus einem unlöslichen zu einem löslichen Körper wird, welcher durch entsprechende Lösungsmittel hinweggenommen werden kann.
3. Der unlösliche Farbstoff vereinigt sich chemisch mit dem Bleichmittel zu einer ungefärbten Verbindung.

Diejenigen Mittel, welche zum Bleichen bisher Verwendung gefunden haben und welche diese chemischen Reactionen hervorzurufen im Stande sind, sollen einer Uebersicht unterzogen werden. Von Alters her ist in ganz hervorragendem Mafse das, was man unter Wasser, Luft und Licht verstand, in ausgedehntester Weise zum Bleichen benutzt worden. Als Beispiele sind anzuführen: Die Rasenbleiche der Leinewand, das Bleichen der Oele mit Licht und Luft, des Wassers, der Knochen u. s. w.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Bleiche durch einen Oxydationsprocess hervorgerufen wird. Der Sauerstoff allein vermag aber nicht bleichend zu wirken, er muss unter Mitwirkung von Wasser und Licht erst zu seinem Beruf erzogen werden. Schönbein erbrachte den Beweis, dass der Sauerstoff unter Mitwirkung verschiedener Umstände in einen activen Zustand, das Ozon, übergehen kann, welchem letzteren auch die bleichenden Eigenschaften zugeschrieben wurden; heute ist man zu der Annahme geneigt, dass in sehr vielen Fällen die Reactionen des Wasserstoffsuperoxyds auf Ozon hin gedeutet worden seien.

Die Bleiche mit dem Sauerstoffe der Luft erfordert zu ihrer Durchführung eine lange Zeit und es sind daher Fabrikations- und Zinsverluste in ausgedehntestem Mafse damit verknüpft; deshalb ist es erklärlich, wie sehr dem Menschen, besonders bei fortschreitender Industrie, daran liegen musste, andere Mittel für den Sauerstoff der Luft in seiner sogenannten activen Form vorzuschieben.

Die Chemie verfügt in der That über eine grofse Reihe von Verbindungen, welche den Sauerstoff nur lose chemisch gebunden halten und ihn anderen Körpern unter eigenem Zerfall übertragen. Diese Oxydationsmittel im weiteren Sinne des Wortes, deren Sauerstoff leicht verwendbar in der Hand des Chemikers liegt, bieten eine Grundlage für den Ersatz des Luftsauerstoffs, sie sind Bleichmittel im allgemeinen. Zumeist sind diese Bleichmittel ihrem Charakter nach Säuren, und so finden in der Technik die nachfolgenden eine ausgedehnte Verwendung:

1. die Salpetersäure,
2. die Untersalpetersäure,
3. die salpetrige Säure,
4. die Chromsäure,
5. die Uebermangansäure,
6. die Chlorsäure,
7. die chlorige Säure,
8. die Superoxyde,
   welche unter Mitwirkung starker Säuren Sauerstoff abspalten, z. B. Mangansuperoxyd und Schwefelsäure, Bleisuperoxyd und Salpetersäure;
9. das Chlor, sowohl als Gas wie auch in wässeriger Lösung als solches oder in Verbindung mit den Alkalien und alkalischen Erden findet sowohl wegen seiner energischen Wirkung als auch wegen seiner grofsen Wohlfeilheit die weitgehendste Anwendung in der Technik.

Die Einwirkung des Chlors auf die organischen Substanzen kann je nach Umständen eine oxydirende, also Sauerstoff zuführende, oder eine chlorirende sein. Im ersteren Fall scheidet es Sauerstoff aus dem vorhandenen Wasser unter Salzsäurebildung ab nach der Gleichung:

$$H_2O + 2Cl = 2HCl + O$$

und schliefst sich damit den bereits erwähnten Oxydationsmitteln an, oder es tritt in den Bestand des Farbstoffes ein, indem seine Affinität zum Wasserstoff desselben überwiegend ist, z. B. schematisch nach folgender Gleichung:

$$C_6H_6 + Cl_2 = C_6H_5Cl + HCl,$$

und verändert in den meisten Fällen den Farbstoff derart, dass seine Entfernung aus dem zu bleichenden Gegenstande anstandslos auszuführen ist.

Das Chlor wird in der Praxis entweder an Ort und Stelle aus Mangansuperoxyd (Braunstein) und Salzsäure direct erzeugt oder aber chemisch gebunden an Kalk oder Alkalien von den Schwefelsäurefabriken bezogen.

Der Bleichkalk als solcher und die Bleichalkalien, Eau de Javelle u. s. w., sind die wichtigsten und energischsten Bleichmittel, welche wir kennen. Der Kalk ist nur als Transportmittel für das Chlor anzusehen.

Obgleich ein Abschluss der Ansichten über die Constitution des Bleichkalkes bislang nicht erzielt ist, so hat in neuerer Zeit die von Olding vertretene Anschauung, der Chlorkalk sei ein Calciumoxychlorid nach der Formel:

$$Ca \begin{cases} OCl \\ Cl \end{cases}$$

gemengt mit wechselnden Mengen an Chlorcalcium und Aetzkalk, am meisten für sich. Unter geeigneten Umständen, so in alkalischer Lösung, giebt der Chlorkalk nur Sauerstoff ab nach der Gleichung:

$$Ca <\!\!\begin{array}{l} OCl \\ Cl \end{array} = CaCl_2 + O;$$

er ist Oxydationsmittel in alkalischer Lösung. Starke Mineralsäuren, nicht im Ueberschusse, entwickeln daraus unterchlorige Säure,

$$2Ca <\!\!\begin{array}{l} OCl \\ Cl \end{array} + H_2SO_4 = CaCl_2 + CaSO_4 + 2HOCl,$$

welche oxydirend und chlorirend wirken kann, während Ueberschüsse von stärkeren Säuren nur freies Chlor liefern.

Damit ist angezeigt, wie es in der Hand des Bleichers liegt, entweder oxydirend in alkalischer oder oxydirend und chlorirend in saurer Lösung mit dem Chlorkalk zu arbeiten.

Allen diesen energisch wirkenden Bleichmitteln, welche es möglich machen, den Bleichprocess auf eine kurze Zeit einzuschränken, klebt aber, der Luft-, Wasser- und Sonnenbleiche gegenüber, ein grofser Missstand an. Es wird nämlich nicht nur der Farbstoff oxydirt, sondern in sehr vielen Fällen findet auch eine nennenswerthe Zerstörung des Gegenstandes, z. B. der Faser, statt, und nur ausgedehnte, langjährige Erfahrung, erworben durch grofse Opfer, hat es vermocht, diesen Stoffen, speciell dem Chlorkalk, das weiteste Feld zu erobern.

Im vollkommenen Gegensatze zu den Bleichmitteln oben erwähnter Art, den Oxydationsmitteln, stehen diejenigen Verbindungen, welche ihrer reducirenden Eigenschaften wegen in der Bleicherei Anwendung gefunden haben. Ihre Wirkung kann eine verschiedene sein, entweder Veränderung des Farbstoffes zu einer löslichen Verbindung unter Sauerstoffentziehung oder Bildung einer nicht gefärbten, löslichen oder unlöslichen Substanz. Die schweflige Säure ist das hervorragendste Bleichmittel dieser Art, sie nimmt entsprechend der folgenden Gleichung

$$SO_2 + O = SO_3$$

Sauerstoff auf. Aufserdem vereinigt sie sich direct mit vielen Farbstoffen chemisch zu wenig gefärbten, löslichen Verbindungen.

Während die Oxydationsmittel fast nur zur Bleiche der vegetabilischen Stoffe zu gebrauchen sind, weil sie die animalische Gespinnstfaser zerstören, wirkt die schweflige Säure besonders lebhaft gerade auf die Farbstoffe der letzteren unter Bleichung ein.

Die schweflige Säure kann als Gas wie in wässriger Lösung verwendet werden; die wässrige Lösung ist die bequemere, aber nicht ganz so wirksame Form.

Die schwefligsauren Salze entsprechen etwa dem Chlorkalk insofern, als die Basen nur billige Transportmittel für die schweflige Säure, besonders in Form der doppelt schwefligsauren Salze, sind.

Durch stärkere Säuren, beispielsweise Schwefelsäure oder Salzsäure, kann aus doppeltschwefligsaurem Natron (Natronbisulfit) unmittelbar die Säure abgeschieden werden.

Den schwefligsauren Salzen dürften in allernächster Zeit die Salze der sogenannten hydroschwefligen Säure als Reductionsmittel Concurrenz machen; die letztere wirkt bedeutend energischer, konnte bisher aber noch nicht in reinerer Form gewonnen werden.

Ihre Lösungen entstehen bei der Behandlung von Natriumbisulfit in der Kälte mit metallischem Zink:

$$HNaSO_3 + Zn = HNaSO_2 + ZnO.$$

Wenn man die Eigenschaften der oben angeführten Bleichmittel ins Auge fasst, so ergiebt sich, dass in vielen Fällen eine völlige und schnell verlaufende Bleiche bei einer grofsen Reihe von Stoffen anstandslos zu erreichen ist. Zu verkennen ist jedoch nicht, da die Wirkung zumeist nur in stark sauren oder alkalischen Lösungen eintritt, dass eine Gefährdung des zu bleichenden Gegenstandes damit verknüpft sein muss. So kann besonders die Bleiche der thierischen Faser oder anderer Stoffe thierischer Abkunft nicht mit den scharfen Oxydationsmitteln wie Chlor u. s. w. durchgeführt werden, ihr Bestand wird dadurch erschüttert, die Faser selbst wird angegriffen.

Diejenige Substanz, welche nun berufen erscheint, obige Lücke auszufüllen, ist das Wasserstoffsuperoxyd. Es ist das Bleichmittel der Zukunft und soll daher nachfolgend einer eingehenden Besprechung unterzogen werden.

Das Wasserstoffsuperoxyd

wurde im Jahre 1818 von dem französischen Chemiker Thenard entdeckt; er erhielt es bei der Einwirkung von Säuren auf das Baryumsuperoxyd in Gegenwart von Wasser und erkannte auch völlig seine chemische Constitution. Er zeigte, dass der Sauerstoff des Baryumsuperoxyds oxydirend auf das Wasser, welches als Wasserstoffoxyd angesehen werden kann, einwirkt.

$$\underset{\text{Wasser}}{X\,H_2O} + \underset{\text{Baryum-superoxyd}}{BaO_2} + \underset{\text{Schwefel-säure}}{H_2SO_4} = X\,H_2O + \underset{\text{Wasserstoff-superoxyd}}{H_2O_2} + \underset{\text{Schwefel-saurer Baryt}}{BaSO_4}.$$

Eine ganze Reihe von späteren Forschern bearbeitete das Wasserstoffsuperoxyd und seine Darstellung in eingehender Weise, so u. a. Pelouze, Duprey, Balard, Brodie, J. Thomson[1]), aber alle ka‧n darauf zurück, stärkere Säuren bei Gegenwart von Wasser auf das Baryumsuperoxyd einwirken zu lassen. In obiger Weise gelang es nicht, das Wasserstoffsuperoxyd in concentrirter Form zu gewinnen, es entstehen immer nur wässrige Lösungen mit einem Gehalte bis zu 25 pCt. an Wasserstoffsuperoxyd. Die Abscheidung des reinen Productes H_2O_2 ist verhältnismäfsig schwer, der leichten Zersetzlichkeit dieses Körpers wegen, und bieten sich nur zwei Wege zur Concentration:

1. Ausfrierenlassen,
2. Verdampfen bei 15 bis 20° C. über Schwefelsäure im Vacuum.

Das reine Wasserstoffsuperoxyd ist eine syrupartige Flüssigkeit von 1,453 spec. Gewicht, die bei eintretender Zersetzung ihr 475 faches Volumen an Sauerstoff ausgiebt. Die concentrirteren Lösungen sind wenig beständig, selbst bei niederer Temperatur; beim Erwärmen erfolgt die Zersetzung schnell. Verdünntere Lösungen entsprechen dagegen in ihrem Verhalten dem Chlorwasser; geschützt, besonders vor Licht und Temperaturen über 25° C., halten sich 3- bis 4-procentige Lösungen für lange Zeit.

Das Wasserstoffsuperoxyd zerfällt bei seiner Zersetzung in Wasser und Sauerstoff,

$$H_2O_2 = H_2O + O;$$

der letztere entweicht.

Säuren wirken dieser Zersetzung entgegen, und zwar nach neueren Untersuchungen Berthollet's dadurch, dass eine Neigung zur Bildung einer Uebersäure vorliegt, bei Schwefelsäure z. B. zu Ueberschwefelsäure; Alkalien befördern die Zersetzung ganz wesentlich.

Diese Neigung des Wasserstoffsuperoxyds, unter Zersetzung Sauerstoff abzugeben, reiht es unter die Oxydationsmittel ein.

Nicht in allen Fällen sind die eigentlichen Gründe für eine beschleunigte Sauerstoffabgabe des Wasserstoffsuperoxyds bekannt. Es giebt eine Reihe von Stoffen, welche die Sauerstoffentwickelung des Wasserstoffsuperoxyds sehr beschleunigen, ohne scheinbar eine nennenswerthe Veränderung zu erleiden. So z. B. alle spitzigen, eckigen, scharfen Gegenstände, Niederschläge, besonders voluminöse, wie Thonerdehydrat, Eisenoxydhydrat, Holzkohle u. s. w.; endlich einige Metalle, besonders, wenn sie in feiner Vertheilung verwendet werden,

[1]) Repert. de chem. appliquée 1862, p. 453. — Berichte d. dtsch. chem. Ges. 1874, S. 73.

wie Silber, Gold, Platin. Man schreibt diesen Stoffen sogenannte »Contactwirkungen« zu und giebt damit der eigenen Unwissenheit nur einen tönenden Namen. Schönbein benutzt dafür den Ausdruck Katalyse.

Bei einer zweiten Reihe von Fällen verhält sich das Wasserstoffsuperoxyd wie ein gewöhnliches sonstiges Oxydationsmittel; es giebt seinen Sauerstoff an einen anderen Körper ab. Diesem Vorgange entsprechend wird arsenige Säure zu Arsensäure oxydirt:

$$As_2O_3 + 2\,H_2O_2 = As_2O_5 + 2\,H_2O.$$

Schwefelmetalle werden in schwefelsaure Salze verwandelt, z. B. Schwefelblei zu Bleisulfat.

$$PbS + 4\,H_2O_2 = PbSO_4 + 4\,H_2O.$$

Metalloxyde niederer Oxydationsstufen werden höher oxydirt, so die Oxyde von Eisen, Mangan, Kobalt, während es nach den lichtvollen Untersuchungen von Em. Schöne[1]) sich mit den Oxyden des Baryums, Strontiums, Calciums, Natriums und Kaliums direct vereinigt, deren Superoxydhydrate bildend:

$$CaO + H_2O_2 = H_2CaO_3.$$

Durch überschüssiges Wasserstoffsuperoxyd entstehen endlich noch höhere Oxydationsproducte, Verbindungen, welche folgender Formel entsprechen:

$$H_4BaO_6.$$

Alle diese Producte haben gleich dem Wasserstoffsuperoxyd die ausgesprochenste Neigung, Sauerstoff abzugeben.

Aufser der eigentlich oxydirenden Kraft besitzt das Wasserstoffsuperoxyd das weitere Vermögen, unter Umständen auch reducirend, d. h. sauerstoffentziehend aufzutreten. Es reducirt andere hoch oxydirte Körper unter Verlust seines eigenen Sauerstoffs, Vorgänge, wie sie sonst nicht beobachtet sind. So verlieren die Superoxyde des Bleies und des Mangans bei Gegenwart von Säure, die Salze der Uebermangansäure ihren Sauerstoff, wenn sie mit Wasserstoffsuperoxyd, besonders in saurer Lösung, zusammentreffen; sie werden zu einfachen Oxyden reducirt.

$$PbO_2 + H_2O_2 = PbO + H_2O + O_2,$$

$$MnO_2 + H_2O_2 + H_2SO_4 = MnSO_4 + 2\,H_2O + O,$$

$$2\,KMnO_4 + 3\,H_2SO_4 + 5\,H_2O_2 = K_2SO_4 + 2\,MnSO_4 + 8\,H_2O + 5\,O_2.$$

Das Silberoxyd wird bei der Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd verändert; Berthollet hat erst ganz kürzlich den Vorgang klargestellt. Ein Theil des Silbers wird zu Silbersuperoxyd oxydirt, der andere metallisch abgeschieden, während das Wasserstoffsuperoxyd unter Sauerstoffentwickelung zerfällt:

$$2\,Ag_2O + H_2O_2 = Ag_2O_2 + Ag_2 + H_2O + O.$$

Die Chromsäure, CrO_3, eine Säure von hohem Sauerstoffgehalte, wird in saurer Lösung zunächst höher oxydirt zu Ueberchromsäure, es entsteht eine blaue Lösung der letzteren, die unter Sauerstoffentwickelung zu Chromoxydsalz reducirt wird. Ihre Salze dagegen entstehen aus dem Chromhydroxyd durch das Wasserstoffsuperoxyd anstandslos in alkalischer Lösung.

Allgemein lässt sich daher sagen, das Wasserstoffsuperoxyd wirkt desoxydirend auf Säuren, welche Neigung haben, Sauerstoff abzugeben, oxydirend auf Oxyde in alkalischer Lösung, welche die entgegengesetzte Neigung haben. Sehr beachtenswerth ist aufserdem die Oxydation des Ammoniaks zu salpetrigsaurem Ammon durch das Wasserstoffsuperoxyd, nicht minder die Einwirkung auf die verschiedensten organischen Verbindungen.

Das Vorkommen des Wasserstoffsuperoxyds.

In der Natur findet sich das Wasserstoffsuperoxyd nur in sehr geringen Mengen in der Luft, in etwas reichlicher Menge dagegen in den atmosphärischen Niederschlägen; Schönbein vermuthete lange die Anwesenheit des Wasserstoffsuperoxyds in der Luft, aber erst Meifsner gelang es 1863, dieselbe mit Sicherheit nachzuweisen; A. Houzeau

[1]) Liebig's Annalen 193, 241 ff.

und Fr. Goppelsröder[1]) fanden es als normalen Bestandtheil der Atmosphäre. Die neuesten Arbeiten von Em. Schöne, die umfassendsten, welche wohl gemacht sind, bestätigen das vollkommen; er fand 0,04 bis 1 mg im Liter. Die Mengen, welche während 4 Monaten zur Erde gelangten, betrugen pro Quadratmeter 62,9 mg. Es stellte sich aufserdem heraus, dass der absolute Gehalt der Luft sehr wesentlich von äufseren Bedingungen, wie Jahres- und Tageszeiten, Luftströmungen u. s. f. abhängig war; an künstlich bereitetem Thau oder Reif trat obiges in schärfster Form hervor. Schöne hält dafür, dafs der überwiegende Antheil der Einwirkung des Lichtes zuzuschreiben ist.

Endlich soll das Wasserstoffsuperoxyd in geringen Mengen im menschlichen Harn auftreten können.

Der Nachweis des Wasserstoffsuperoxyds.

Gröfsere Mengen in wässriger Lösung vorhandenen Wasserstoffsuperoxyds sind mit Sicherheit quantitativ zu ermitteln; von den in Vorschlag gebrachten Methoden ist wohl diejenige, welche auf der Einwirkung des Chamäleons beruht, am zweckmäfsigsten; der blofse Nachweis dagegen, besonders bei sehr kleinen Mengen, mufs vorsichtig durchgeführt werden.

Von den vielen in Vorschlag gebrachten Methoden sind folgende beachtenswerth:

1. Oxydation von Chromsäure durch das Wasserstoffsuperoxyd zu Ueberchromsäure und Auflösung der letzteren in Aether.
2. Wird eine Wasserstoffsuperoxyd haltende Lösung mit Indigolösung ganz schwach gefärbt, so findet auf Zusatz von Eisenvitriol Entfärbung statt.
3. Eine Lösung von Wasserstoffsuperoxyd mit Bleiessig versetzt und etwas Jodkaliumstärkekleister giebt unmittelbar die Blaufärbung von Jodstärke.
4. Papier, welches mit Thalliumoxydul in alkalischer Lösung befeuchtet war, färbt sich durch Wasserstoffsuperoxyd braun.

Es mag bemerkt werden, dass die Methoden ihrer Empfindlichkeit nach umgekehrt auf einander folgen.

Die Verwendung des Wasserstoffsuperoxyds in der Technik.

Wohl ein jeder Bearbeiter des Wasserstoffsuperoxyds hat diesem Stoffe eine grofse Zukunft prophezeit, es drängen sich die charakteristischen Reactionen förmlich von selbst auf und es muss fürwahr Wunder nehmen, wie lange die Industrie und das Leben im allgemeinen bedarf, um sich dieses Stoffes zu bemächtigen. Im weiteren Verlaufe dieser Mittheilungen sollen die inneren Gründe für diese Erscheinung klargelegt werden.

Bereits Thenard, der Entdecker des Wasserstoffsuperoxyds, wie auch Jul. Dumas, Handb. d. angew. Chemie, Nürnberg 1830, Bd. I, S. 119, hatten seine Wichtigkeit erkannt; sie benutzten es zur Reinigung von alten, verschossenen, werthvollen Zeichnungen und von Oelgemälden. Von der Erwägung ausgehend, dass das Verschiefsen der Oelgemälde wesentlich darin liegt, dass die mit Bleiweifs u. s. w. aufgesetzten Lichter durch die Schwefelwasserstoff-Ausdünstungen der Menschen verschwinden, indem sie zu schwarzem Schwefelblei werden, und unter Berücksichtigung der Rückbildung des letzteren durch Wasserstoffsuperoxyd zu weifsem Bleisulfat, begreift man, dass ihren Versuchen der Erfolg nicht fehlen konnte. Hinzu kommt aufserdem noch die je nach Umständen reducirende oder oxydirende Wirkung auf die gebildeten Farbstoffe; die Gemälde und Zeichnungen selbst bleiben dabei völlig intact. So wurde in München eine schöne Zeichnung von Rafael völlig renovirt, ohne dass das Papier auch nur im geringsten gelitten hätte.

Trotz alledem blieb das Wasserstoffsuperoxyd lange unbenutzt; erst im Jahre 1870 machte sich ein intelligenter Parfumeur diesen Stoff und seine Eigenschaften zu Nutzen. E. H. Thiellay in London brachte Wasserstoffsuperoxydlösungen unter den Namen »Eau de fontaine de Jouvence«, »Golden auricome«, »Golden hair water«, zu ganz enormen Preisen in den Handel, etwa 140 cbcm für 20 Frs. Er empfal

[1]) Compt. rend. 70, 519. — Journ. pr. Chem. 4, 139.

es zum Bleichen und Färben der Haare; das sog. Goldblond hervorragender Künstlerinnen ist oftmals auf obiges Mittel zurückzuführen. Gerade bei dieser Gelegenheit drängt sich unmittelbar ein Vergleich mit dem Höllenstein auf; wer hätte wohl gedacht, dass dieser Stoff, der zuerst von so untergeordneter Bedeutung, nur zum Schwarzfärben der Haare benutzt, für Medicin und Technik geradezu unentbehrlich werden sollte! Eben zu gleicher Zeit machten hervorragende Männer der Wissenschaft auf die Reactionsfähigkeit des Wasserstoffsuperoxyds in medicinischer Hinsicht aufmerksam. A. von Schrötter, R. Böttger, Jahresber. d. Chem. 1873, S. 305, endlich Geiger, Handb. d. Pharmacie I, S. 213, 4. Aufl., und viele andere haben sich dafür interessirt und in obigem Sinne ausgesprochen; auch Hager giebt in seiner Pharmaceutischen Praxis Methoden zur Darstellung des Wasserstoffsuperoxyds an. Trotzdem hat bisher das Wasserstoffsuperoxyd nur eine untergeordnete Rolle gespielt, seine Verwendung, besonders in der Medicin, ist kaum erwähnenswerth. Die Gründe dafür liegen theils in der stiefmütterlichen Behandlung, welche die chemische Technik diesem Stoffe hat zu Theil werden lassen, theils in dessen werthvollsten specifischen Eigentümlichkeiten, welche nach gewisser Richtung hin dem allgemeinen Gebrauch entgegengestanden haben und bei oberflächlicher Betrachtung auch noch entgegenzustehen scheinen.

Zunächst war die Darstellung des Wasserstoffsuperoxyds, sobald es sich um gröfsere Quantitäten und Reinheit der Ware handelte, ein bis vor kurzem ungelöstes Problem; dasjenige, was die Technik bot, waren nur mit den verschiedensten Salzen verunreinigte wässerige Lösungen desselben, von wechselndster, unsicherster Zusammensetzung, oft giftige Salze, wie z. B. lösliche Barytsalze, Chlorbaryum u. s. w. enthaltend. Gleichmäfsige, durchschlagende Erfolge konnten schon aus diesem Grunde nach keiner Richtung erreicht werden; aufserdem mussten die Preise infolge unvollkommener Ausbeute und geringen Absatzes abschreckend hohe sein und bleiben. Die leichte Zersetzbarkeit und Sauerstoffabspaltung hat nicht minder ungünstig gewirkt; einige frühere Angaben gehen darin aber viel zu weit.

Es ist mir nun gelungen, ein glattes Verfahren für die fabrikmäfsige Darstellung des Wasserstoffsuperoxyds in gleichbleibender chemisch reiner Ware und zu billigem Preise durchzuführen.

Die Bedenken inbezug auf Haltbarkeit und Versand sind als überwunden anzusehen; die wässerige käufliche Lösung entspricht etwa dem Chlorwasser; bei Lichtabschluss und Temperaturen, die sich nicht über 30° C. erstrecken, verliert sie nur geringe Mengen ihres gesammten Gehaltes, und die »Wasserstoffsuperoxydfrage« muss somit in ihrem ersten Theile, der chemisch-technischen Fabrikation, als gelöst angesehen werden.

Inbezug auf den zweiten Theil, die »technische Verwendung« des Wasserstoffsuperoxyds, sollen die nachfolgenden Mittheilungen, welche sich auf positive eigene Beobachtungen und Versuche stützen, als »Anleitung« dienen.

Das Wasserstoffsuperoxyd als Bleichmittel für Stoffe thierischer Abkunft.

Es ist bereits früher darauf hingewiesen, dass sämmtliche in Vorschlag gebrachten Bleichmittel entweder reducirend oder als Oxydationsmittel beim Bleichprocesse thätig sind, in allen Fällen aber neben der Bleichung ein gröfserer oder geringerer Angriff der zu bleichenden Stoffe, besonders derjenigen animalischer Abkunft, stattfindet. Das Wasserstoffsuperoxyd wirkt je nach der Art des zu entfernenden Farbstoffes reducirend oder oxydirend, während ein Angriff der Substanz, z. B. der Faser, nicht eintritt; das Bleichen mit demselben muss als eine »Rasenbleiche« in concentrirter und schneller wirkender Form bezeichnet werden.

Eine Vorbereitung der Stoffe ist auch hier durchaus erforderlich, sie erstreckt sich auf die Entfernung der Fette, des Schweifses und des anhängenden Staubes; für eine erfolgreiche Bleiche ist völlige Benetzbarkeit derselben durch die Wasserstoffsuperoxydlösung erforderlich.

Als bestes Mittel hat sich die Behandlung mit einer 5 procentigen Lösung von kohlensaurem Ammon und Nachwaschen mit Seife für die weitaus meisten Gegenstände herausgestellt. Die eigentliche Bleiche, die Behandlung mit einer 10 Volum-procentigen wässerigen Lösung von Wasserstoffsuperoxyd, kann nach zwei verschiedenen Grundsätzen durchgeführt werden.

Nach der ersten Methode werden die zu bleichenden, entsprechend vorbereiteten Gegenstände direct in ein möglichst neutrales Bad von Wasserstoffsuperoxyd eingeführt und verbleiben darin bei einer Temperatur von 20 bis 30° C., bis das gewünschte Resultat erreicht ist. Das Bad ist dadurch noch keineswegs ausgenutzt, hat nur etwas an seiner Stärke eingebüfst, es kann zum Vorbleichen von neuen Stoffen verwendet werden.

Bei laufender Bleichung empfielt es sich daher, eine systematische Ausnutzung einer Reihe von Bleichbädern durchzuführen, den rohen Gegenstand in das schwächste Bad zu bringen und nun von Zeit zu Zeit gegen die stärkeren vorzuschieben.

Die zweite Methode bringt dasselbe Princip in anderer Art zur Geltung.

Die vorbereiteten Stoffe werden danach in die Wasserstoffsuperoxydlösung eingetaucht. Nachdem sie völlig von Flüssigkeit durchdrungen sind, werden sie herausgezogen, ausgewrungen und einer langsamen Trocknung in bewegter, nicht über 20° heifser Luft unterworfen.

Hierbei schreitet die Bleichung durch Verdunstung des Wassers und damit erfolgender Concentration des Wasserstoffsuperoxyds energisch vor.

Durch Versuche hat sich ganz allgemein ergeben, dass ein wesentlicher Unterschied in der Bleiche stattfindet, wenn durch Eintauchen und Trocknen oder in Bädern gebleicht wird.

Die Farbstoffe werden durch das Wasserstoffsuperoxyd nicht nur inbezug auf ihr Aussehen verändert, sie werden in den meisten Fällen auch direct in eine lösliche Form übergeführt. Alkalische Wasserstoffsuperoxydlösungen wirken energischer bleichend als neutrale oder saure, sie nehmen den veränderten, wahrscheinlich nunmehr sauren Charakter zeigenden Farbstoff in Salzform gelöst hinweg. Während früher bemerkt wurde, dass die Haare nur die Farbe nach goldblond veränderten unter der Wirkung des Wasserstoffsuperoxyds, gelingt es in der That leicht, ganz schwarze Haare völlig weifs zu bleichen, wenn schwach ammoniakalische Lösungen als Bäder zur Verwendung gelangen. Die ersten Bäder, in welche solch ein Schopf hineinkommt, werden stark gelb gefärbt, die nachfolgenden weniger und weniger.

In ähnlicher Weise kann der Verlauf der Bleiche wesentlich beschleunigt werden durch Steigerung der Temperatur des Bades auf etwa 30 bis 35° C., und es lässt sich auch nicht verkennen, dass das Licht inbezug auf die Schnelligkeit des Bleichprocesses von günstiger Einwirkung ist. Andererseits wird das Verfahren dadurch kostspieliger, indem eine verhältnismäfsig gröfsere Menge Wasserstoffsuperoxyd auf Kosten der schnelleren Einwirkung, ohne bleichend gewirkt zu haben, durch Zerfall in sich verloren geht. Jede Sauerstoffblase, welche in einem Bleichbade aufsteigt, ist als verloren anzusehen.

Sehr scharf tritt der Verlauf des Bleichprocesses mit Wasserstoffsuperoxyd bei der Behandlung des natürlichem Bienenwachses hervor. Das Versuchsmaterial verdankte ich der Güte des Hrn. Mechaniker Westphal in Celle. Das gelbe bis bräunliche Wachs war bereits in die zur Bleiche geeignete dünne, bandartige Form gebracht. Saure oder neutrale Wasserstoffsuperoxydlösungen wirken nicht darauf ein, während ganz schwach alkalische, besonders bei erhöhter Temperatur (30 bis 35° C.) die Bleiche in 12 Stunden völlig durchführen. Es lässt sich dabei das allmähliche Eindringen der Bleiche in das Wachs von den Rändern aus verfolgen.

Das Bleichen der Haare, Federn, Seide, Knochen und des Elfenbeins.

Für die Bleiche obiger Producte hat das Wasserstoffsuperoxyd bei den grofsen Werthunterschieden, welche diese Stoffe in gebleichter und ungebleichter Form zeigen, eine besondere Wichtigkeit erlangt, und selbst verhältnismäfsig hohe Preise des Wasserstoffsuperoxyds standen seiner Verwendung nicht im Wege. Seine wichtigste Eigenschaft bei intensivem

Bleichvermögen kommt hier am besten zur Geltung, es ist die geringe Einwirkung auf die Structur der Substanzen selbst.

Es würde zu weit führen, auf die einzelnen Methoden und Arbeitsarten einzugehen, welche für jeden dieser Stoffe am vortheilhaftesten sind, die Grundzüge sind bereits gegeben. Ich bin aufserdem bereit, Interessenten mit meinem Rathe zu dienen.

Die Analyse des Wasserstoffsuperoxyds.

Die quantitative Bestimmung des Wasserstoffsuperoxyds in so geringen Mengen, wie die oben erwähnten, gründet sich auf die vergleichende optische Analyse; sie mag hier nur erwähnt werden, besonders genau durchgebildet ist sie von E. Schöne. In Lösungen, welche bedeutende Mengen von Wasserstoffsuperoxyd enthalten, so die im Handel vorkommenden, gründet sich die Analyse auf das Verhalten des Wasserstoffsuperoxyds gegen Titerflüssigkeiten, welche scharfe Endreactionen geben. Am besten eignet sich eine $^1/_{10}$ normal Chamäleon-Lösung, enthaltend 3,162 $KMnO_4$ im Liter, zur Bestimmung.

Zur Ausführung der Analyse werden 2^{ccm} der zu untersuchenden Flüssigkeit abpipettirt und in einem Becherglase mit etwa 300^{ccm} Wasser verdünnt, mit Schwefelsäure stark angesäuert. In diese Flüssigkeit lässt man unter Umrühren so lange von der obigen Chamäleonlösung einlaufen, bis die rothe Farbe eben stehen bleibt. 1^{ccm} Chamäleon entspricht $0{,}0017^{g}$ Wasserstoffsuperoxyd. Hiermit völlig übereinstimmende Resultate wurden nach der Jodmethode durch Zersetzung von Jodkalium in saurer Lösung und Titration des abgeschiedenen Jods mit unterschwefligsaurem Natron erhalten.

Da für das Wasserstoffsuperoxyd neben den Gewichts-Procenten oft die Angabe des daraus entwickelbaren Sauerstoffvolumens verlangt wird, so sind dementsprechend die nachfolgenden Bestimmungen angestellt.

Je 2^{ccm} Wasserstoffsuperoxyd wurden im Scheibler'schen Kohlensäure-Bestimmungsapparat zersetzt und das Sauerstoffvolum abgelesen, der Barometerstand ist dabei nicht berücksichtigt, Temperatur 15° C. Die Lösung enthielt 2,27 pCt. H_2O_2, durch Titration gefunden. Es entspricht dieser Gehalt $16{,}08^{ccm}$ O-Gas für 2^{ccm} der Lösung.

Die volumetrischen Bestimmungen von 2^{ccm} Flüssigkeit im Scheibler ergeben folgende Zahlen:

1.	2.	3.	4.	5.
Mit Chamäleon titrirt	Mit Chamäleon volumetrisch im Scheibler	Mit Platinmoor ungeglüht im Scheibler	Mit Platinmoor geglüht im Scheibler	M. alkal. Silberoxyd ($AgNO_3$ mit $NaOH$)
Cub.-Cm. Sauerstoff bei 15° C.	Cub.-Cm. Sauerstoff bei 15° C.	Cub.-Cm. Sauerstoff bei 15° C.	Cub.-Cm. Sauerstoff bei 15° C.	Cub.-Cm. Sauerstoff bei 15° C.
16,08	32,2	16,2	16,4	23,2
	32,2	16,0	16,4	26,6
				22,6

II. Controlbestimmung.

Die Wasserstoffsuperoxydlösung enthielt 2,89 pCt. H_2O_2 entsprechend $20{,}04^{ccm}$ O in 2^{ccm} der Flüssigkeit.

1.	2.	3.	4.	5.
20,04	39,2	20,2	19,8	28,4
	39,2	20,2	19,8	

Bei dem Vorgange nach No. 2 kommt der Sauerstoff des Chamäleons mit dem des Wasserstoffsuperoxyds zusammen, entsprechend der Gleichung $2KMnO_4 + 5H_2O_2 + 3H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O + 10O$, und man erhält demnach, entsprechend obigen Zahlen, das doppelte Volum von 1.

Platinmoor entwickelte nur den Sauerstoff des Wasserstoffsuperoxyds in völliger Uebereinstimmung mit 1. Ungeglühter zersetzt das Wasserstoffsuperoxyd sehr schnell, geglühter langsamer, aber eben so vollständig.

Bei der Zersetzung mit alkalischem Silberoxyd (5.) ist der Vorgang nicht ganz gleichmäfsig und es bestätigte sich die Angabe Berthelot's (Annal. de chim. et phys.) nicht, dass quantitativ der Sauerstoff des Wasserstoffsuperoxyds zur Abscheidung gelange, während die Hälfte des Silberoxyds reducirt, die andere zu Superoxyd oxydirt werde.

Analyse der Lösungen von Wasserstoffsuperoxyd, welche aufser diesem noch gelöste oder suspendirte organische Substanzen enthalten.

Bei der technischen Verwendung von Bleichbädern gehen, wie bereits früher erwähnt, organische Substanzen in Lösung; in wieweit diese die Bestimmung hindern, geht aus den nachfolgenden Daten hervor. Das Bleichbad war zum Bleichen von Tussah-Seide benutzt. Zwei Cubikcentimeter ergaben folgenden Gehalt an Sauerstoff.

1.	2.	3.
Mit Chamäleon titrirt	Mit Chamäleon volumetrisch	Mit Platin im Scheibler
Cub.-Cm. Sauerstoff aus 2ccm Lösung	Cub.-Cm. Sauerstoff aus 2ccm Lösung	Cub.-Cm. Sauerstoffgas
7,8	21,7	8,2

Es stellte sich somit heraus, dass für diesen speciellen Fall bei der Titration eine Einwirkung des Chamäleons auf die organische Substanz nicht stattfand, sonst wäre die Uebereinstimmung mit der durch Platin erhaltenen Zahl nicht möglich, andererseits ist bei 2. mehr Gas abgeschieden; hier liegen die Verhältnisse aber auch insofern anders, als überschüssiges Chamäleon auf die organische Substanz zur Einwirkung gelangte, welches dieselbe zu Kohlensäure oder Kohlenoxyd und Wasser oxydiren konnte. Auf die Entstehung dieser Gase würde somit die gröfsere Gasausbeute zurückzuführen sein.

Zu empfelen ist für diese Fälle immer die Abscheidung des Sauerstoffs mit Platinmoor.

Es mag hier noch eine Beobachtung Erwähnung finden, welche ich letzthin machte. Setzt man zu einer neutralen, oder besser ammoniakalischen, erwärmten, 3 procentigen Wasserstoffsuperoxydlösung eine ganz geringe Menge schwarzen Platinmoors, so erscheint während der kräftigsten Gasentwickelung ein brauner Ring in dem Schaum, der wahrscheinlich von Platinoxyden herrühren dürfte. Er verschwindet nach und nach, das Platin setzt sich scheinbar unverändert zu Boden, die sogenannte Contactwirkung fände damit aber ihre einfache Erklärung: »Das Platin wird durch das Wasserstoffsuperoxyd oxydirt zu Platinsuperoxyd, letzteres zerfällt mit Wasserstoffsuperoxyd zu Platin und Wasser.«

Verwendung des Wasserstoffsuperoxyds für medicinische Zwecke.

Obgleich von den verschiedensten Seiten empfolen, hat das Wasserstoffsuperoxyd es bisher nicht vermocht, eine nennenswerthe Rolle als Heilmittel zu spielen. Die Gründe dafür sind bereits früher entwickelt. Erst seit verhältnismäfsig kurzer Zeit sind reine Lösungen des Wasserstoffsuperoxyds im Handel bei billigem Preise zu haben, früheren Experimentatoren standen gröfsere Massen nicht zu Gebote.

Ferner verändert sich das Wasserstoffsuperoxyd, wie bemerkt, unter Sauerstoffabgabe, und in vielen Fällen dürfte wohl reines Wasser an Stelle dessen zur Verwendung gelangt sein. Der erste Grund fällt jetzt völlig fort; um den zweiten am Eintreten zu verhindern, bedarf es nur einer richtigen Controlle und Behandlung der Lösungen.

Das Wasserstoffsuperoxyd muss völlig dunkel, bei einer Temperatur auf keinen Fall über 20° C., aufbewahrt werden und hält sich dann monatelang. Zur Untersuchung auf seinen Gehalt an activem Sauerstoff bedarf es nur einer Lösung von übermangansaurem Kali von bekanntem Gehalte, und es würde sich empfelen, einen Minimalgehalt an Sauerstoff festzusetzen.

In wie weit das Wasserstoffsuperoxyd berufen ist, in der Heilkunde eine entscheidende Rolle zu spielen, muss noch dahingestellt bleiben; vom Standpunkte des Chemikers aus können den Medicinern nur Vorschläge unterbreitet werden und können dieselben natürlich auch nur einen durchaus laienhaften Charakter tragen.

Es soll hier zunächst über einige Versuche berichtet werden, deren Ausgang auf die stark antiseptischen Eigenschaften des Wasserstoffsuperoxyds hinweist.

Frisches Weifsbier wurde in folgenden Mengen mit einer 3procentigen Wasserstoffsuperoxydlösung versetzt:

		Gehalt an H_2O_2
1.	100cc Weifsbier mit 10cc Wasserstoffsuperoxyd 3 pCt.	= 0,3
2.	250 » » » 10 » » »	= 0,12
3.	500 » » » 10 » » »	= 0,03
4.	500 » » ohne Wasserstoffsuperoxyd.	

An einen warmen Ort gestellt, trat bei 1, 2, 3 keine Gährung ein, bei 4 dagegen eine sehr lebhafte.

Zur Entscheidung der Frage, ob die Hefe auch bleibend getödtet sei, wurde sie vom Versuch 3 und 4 zu neuer Aussaat in eine mit Nährflüssigkeit versetzte Zuckerlösung benutzt. Die Hefe von Versuch 3 rief keine Gährung hervor, während 4 dieses vermochte. Eine zweite Versuchsreihe ging von ausgekochten, unter Luftabschluss erkalteten, mit Nährstoffen versetzten Zuckerlösungen aus.

5. Eine derartige Lösung, mit 0,03 pCt. Wasserstoffsuperoxyd versetzt, gerieth mit frischer Hefeaussaat nach 2 Tagen nicht in Gährung.

6. Ohne Wasserstoffsuperoxyd trat die Gährung schnell ein. Nachdem sie vollkommen in Gange war, wurde 0,03 pCt. Wasserstoffsuperoxyd hinzu gebracht. Kurzes Aufschäumen, die Gährung war vorbei, die Hefe war todt.

Es mag bemerkt werden, dass das Wasserstoffsuperoxyd gleichzeitig oxydirend auf den Alkohol unter Essigbildung einwirkt.

Angeregt durch obige Resultate, führte seit etwa 4 Monaten ein hiesiger renommirter praktischer Arzt die Behandlung von syphilitischen Kranken mit Wasserstoffsuperoxyd als Verbandmittel durch, und sind die erzielten Erfolge geradezu durchlagend gewesen.

Ein englischer Arzt, Mr. Hamlot, stellt das Wasserstoffsuperoxyd als Antisepticum unmittelbar neben das Chlor in seiner Wirksamkeit und deutet darauf hin, dass das Wasserstoffsuperoxyd ein Gift für die verschiedensten Pilze und Miasmen in Folge seiner energisch oxydirenden Einwirkung ist, dieselben völlig abtödtet. Es würde sich somit die versuchsweise Anwendung bei allen den Krankheiten empfelen, wo bisher Carbolsäure, Salicylsäure, Bleiessig, Metallsalze, übermangansaures Kali, Chlor u. s. f. gebraucht sind.

Dahin würden etwa zu rechnen sein: Syphilis, Krebsschäden, Diphtheritis, Milzbrand, Räude, Cholera u. s. f.

Einen anderen Gesichtspunkt bietet die Desinfection der Luft in Krankenzimmern, Hospitälern, selbst Wohnzimmern, durch einen Sprühregen von sehr verdünnten Wasserstoffsuperoxydlösungen, hervorgerufen mit einem Rafraichisseur. Bei Luftheizungen können damit gefüllte Schalen in die Luftschachte gestellt werden.

Die grofsen Vorzüge, welche das Wasserstoffsuperoxyd vor allem der Carbolsäure, dem Chlor und dem übermangansauren Kali gegenüber hat, treten lebhaft hervor, wenn berücksichtigt wird, dass die beiden ersteren den hässlichen Geruch zeigen, während das übermangansaure Kali da, wo es mit organischen Substanzen in Berührung kommt, braune Flecken erzeugt. Das Wasserstoffsuperoxyd ist völlig geruchlos, es hinterlässt bei seinem Zerfall nichts als Wasser und entweichenden Sauerstoff. Es vernichtet nur die Ansteckungsstoffe, der menschliche Körper wird nicht davon angegriffen. Wunden, welche damit beschäftigte Arbeiter an den Händen haben, heilen unter der Einwirkung des Wasserstoffsuperoxyds zusehends, und die vorher theilweise rohe Arbeitshaut verwandelt sich in ein äufserst zartes Weifs; vielleicht liefse es sich auch in dieser Richtung als Toilettemittel, zur Entfernung von Sommersprossen und anderen Hautfehlern verwerthen.

Persönlich habe ich das Wasserstoffsuperoxyd als Mundwasser zum Spülen benutzt mit sehr gutem Erfolg in der Verdünnung von einem kleinen Esslöffel 3 pCt.-Lösung auf ein Glas Wasser. Höchst wichtig ist noch das Verhalten der Tinten gegen das Wasserstoffsuperoxyd; es ist mir bisher keine einzige vorgekommen, welche der auf einander folgenden Behandlung mit ammoniakalischem Wasserstoffsuperoxyd, und bei eisenhaltigen Tinten der Nachbehandlung mit verdünnter Salzsäure gestanden hätte. Die Schrift lässt sich anstandslos, ohne Spur zurückzulassen, entfernen.

In gleicher Weise lassen sich Weinflecke schnell und sicher aus der Wäsche entfernen, der Stempel der Freimarken widersteht gleichfalls nicht.

Die Rolle, welche das Wasserstoffsuperoxyd in der Natur bei seinem Vorkommen in der Luft spielt, wie es auf Menschen, Thiere und Pflanzen wirkt, ist bisher nicht festgestellt; erst neueren Untersuchungen, besonders von E. Schöne, ist es zu danken, dass sein Vorkommen definitiv erkannt und dass es auch der Menge nach mit einiger Sicherheit bestimmt werden konnte. Von 130 Regen, welche in Moskau fielen, enthielten nur 4 kein H_2O_2, von 29 Schneeproben dagegen 12. Das Regenwasser enthielt 0,04 bis 1mg pro Liter, und zwar stellte sich heraus, dass der Gehalt um so geringer, je kleiner die Tropfen. Bei vorherrschendem Aequatorialstrom war der Gehalt gröfser, beim Polarstrom kleiner, Gewitterregen enthielten am meisten. Mit steigender Sonne erhebt sich der Gehalt der Luft an Wasserstoffsuperoxyd, wenn auch nicht ganz proportional, derart, dass das Maximum auf den Nachmittag zu liegen kommt. Ein Liter Luft enthielt 0,000000000407g.

Die bisherigen Mittheilungen werden genügen, um die grofse Wichtigkeit des Wasserstoffsuperoxyds nach den verschiedensten Richtungen hin darzuthun; sie sollten nicht etwas völlig abgeschlossenes bieten und werden ihren Zweck erreichen, wenn sie weitere Kreise zu Versuchen anregen.

Dampf- bezw. Wasserverbrauchsversuche mit einer horizontalen Compound-Dampfmaschine aus der Fabrik des Hrn. Ph. Swiderski in Leipzig.

Die untersuchte, in der chromolithographischen Anstalt der Herren Wezel & Naumann zu Reudnitz aufgestellte 25 pferdige Maschine ist als Receiver-Compoundmaschine ausgeführt.

Die Kurbeln an den beiden Hauptwellenden sind um 90° gegen einander versetzt. Das auf der Mitte der Welle befindliche Schwungrad hat 2,4m Durchmesser und im Kranz 0,350m Breite; dasselbe ist abgedreht und dient gleichzeitig als Riemenscheibe. Beide Cylinder sowie der dieselben verbindende Receiver sind mit Dampfmänteln versehen, die mit Filz und Blechmantel überdeckt sind.

Die hinteren Deckel der beiden Dampfcylinder sind mit abgedrehten Gusshauben bekleidet, was dem Aussehen der Maschine zu Gute kommt und die Wärmeabgabe durch die Deckel erheblich vermindert. Vorn sind die Cylinder mit den angegossenen Böden an den Rahmen angeschraubt. Bei beiden Cylindern gehen die Kolbenstangen durch die hinteren Deckel hindurch und ist die Kolbenstange des Hochdruckcylinders durch eine Hülse geschützt, während die des Niederdruckcylinders den Luftpumpenkolben treibt, so dass letzterer den gleichen Hub besitzt wie der des grofsen Cylinders. Eine gemeinschaftliche Sohlplatte verbindet den Niederdruckcylinder mit der Luftpumpe.

Jeder Cylinder ist mit einer Doppelschiebersteuerung, bestehend aus Grund- und Expansionsschiebern, ausgeführt, und hat jeder Schieber sein besonderes Excenter. Die Expansion des Niederdruckcylinders ist nicht verstellbar, wogegen die des Hochdruckcylinders in der Weise veränderlich ausgeführt wurde, dass durch Einwirkung des Regulators die Füllung des kleinen Cylinders je nach dem Kraftbedarf in einfacher und sicherer Weise verstellt wird. Der Grundschieber des Hochdruckcylinders ist als Gitterschieber construirt; schlittenartig geführt bewegen sich auf demselben zwei mit Nasen versehene Expansionsplatten. Eine auf der Expansionsschieberstange befindliche Rechts- und Linksspirale bewirkt durch Anstofsen an diese Nasen das Oeffnen und Schliefsen der oberen Kanäle. Die Spirale selbst wird durch den Regulator mittelst Zahnstange und Segmentes eingestellt; eine Rückwirkung auf den Regulator findet hierbei nicht statt[1]).

[1]) Dieselbe Steuerung, eine Combination von Farcot- und Meyer-Steuerung, war in Düsseldorf von der Firma A. v. d. Becke in Sundag ausgestellt und befindet sich auch an den Maschinen des Darmstädter Wasserwerkes, über welche in No. 26 der Wochenschrift 1882 berichtet ist; siehe ferner Zeitschrift 1882 S. 604.

Das Excenter des Expansionsschiebers treibt an der Niederdruckseite mittelst Hebels und Wellenübersetzung die Kesselspeisepumpe und gleichzeitig eine Circulationspumpe, welche letztere das sich in den Dampfmänteln bildende Wasser entfernt und dem Betriebskessel wieder zuführt.

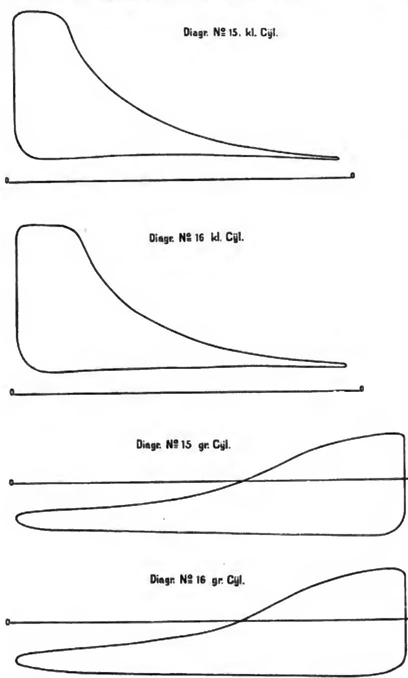
Es beträgt bei der vorstehend beschriebenen Maschine:
der Durchmesser des kleinen Cylinders $D_k = 200^{mm}$
» » » grofsen » $D_g = 335^{mm}$
» Kolbenhub beider . . . . $H = 600^{mm}$.

Die angestellten Versuche hatten den Zweck, nachzuweisen, ob und inwieweit die contractliche Zusage, nach welcher die Maschine bei einer Leistung von durchschnittlich 25 indicirten Pferdekräften einen Dampf- bezw. Wasserverbrauch von höchstens 10^{kg} pro indicirte Pferdekraft und Stunde ergeben sollte, eingehalten würde.

Die Versuche, von dem Unterzeichneten im Beisein des Hrn. Swiderski sowie unter Hülfe eines der Beamten desselben, des Hrn. Ingenieur Krause, ausgeführt, begannen früh um 9 Uhr 45 Minuten und endeten Abends um 6 Uhr 4 Minuten, so dass, da eine Mittagspause von 1 Stunde 35 Minuten eingehalten wurde, die gesammte Versuchszeit 6 Stunden und 44 Minuten betrug.

Die Belastung der untersuchten Maschine erfolgte zum Theile durch die Transmissionen und Hülfsmaschinen des Etablissements, und da diese Belastung zur Erreichung einer Arbeitsleistung von etwa 25 indicirten Pferdekräften nicht ausreichte, gleichzeitig durch einen kleinen Prony'schen Zaum. Die während der Untersuchung von der Maschine gemachten Umdrehungen wurden durch einen Hubzähler ermittelt. Derselbe stand bei Beginn der Versuche auf 012474, bei Beendigung derselben auf 048210, so dass während der gesammten Versuchszeit **35 736** Umdrehungen gemacht wurden. Das giebt pro Minute im Durchschnitte

$$\frac{35\,736}{6 \cdot 60 + 44} = 88{,}4 \text{ Umdrehungen.}$$



Vor Beginn der Versuche wurde die Höhe des Wasserstandes im Kessel angemerkt, während der Arbeit das zur Speisung der Maschine erforderliche Wasser gewogen und in ein Fass geschüttet, mit welchem das Saugrohr der Kesselspeisepumpe in Verbindung gebracht worden war. Die Dampfspannung des Betriebskessels, eines mit 6 Atm. Betriebsüberdruck concessionirten Zweiflammrohrkessels, betrug bei Beginn der Versuche 5,3 Atm. Ueberdruck. Gegen Schluss der Versuche wurde dafür gesorgt, dass nach Beendigung derselben die Dampfspannung wieder 5,3 Atm. Ueberdruck betrug.

Der Wasserstand zeigte sich am Schlusse der Versuche um 40^{mm} höher als bei Beginn derselben, so dass eine Wasserschicht von dieser Höhe, die unter Berücksichtigung der Dimensionen des Kessels 40^{kg} wiegt, von dem durch Speisung in letzteren eingeführten Wasser in Abrechnung zu bringen ist. Letzteres betrug im ganzen 1810^{kg}, so dass für die angeführte Versuchszeit an Wasser $1810 - 40 = 1770^{kg}$ verbraucht wurden.

Das giebt pro Stunde

$$\frac{1770}{6\,\frac{44}{60}} = 262{,}8^{kg} \text{ Speisewasser.}$$

Die Abnahme der Indicatordiagramme erfolgte mit drei verschiedenen Instrumenten in nachstehender Weise. Bei Beginn der Versuche war Instrument No. 1726 (Feder No. 6) am kleinen Cylinder hinten, Instrument No. 2122 (Feder No. 3) dagegen am grofsen Cylinder vorn angebracht, und wurden in dieser Stellung die Diagramme No. 1 bis mit 4 in Pausen von etwa 25 Minuten genommen. Hiernach wurde das Instrument No. 1726 (Feder No. 7) am kleinen Cylinder vorn und Instrument No. 1473 (Feder No. 3) am grofsen Cylinder vorn angesetzt und die Diagramme 5 bis mit 7 genommen. Nach der Mittagpause stand Instrument No. 1726 (Feder No. 7) am kleinen Cylinder vorn, dagegen Instrument No. 2122 (Feder No. 3) am grofsen Cylinder hinten und wurden in dieser Combination die Diagramme No. 8 bis mit 12 abgezogen. Alsdann wurde wieder gewechselt und Instrument No. 2122 (Feder No. 3) am grofsen Cylinder vorn, Indicator No. 1726 (Feder No. 7) am kleinen Cylinder ebenfalls vorn montirt und die Diagramme No. 13 bis mit 17 genommen.

Die zur Verwendung gekommenen Indicatoren und Federn waren vorher besonders geprüft worden und es ergab sich, dass bei
Instrument No. 1473, Feder No. 3 $2^{atm} = 42^{mm}$
» » 1726, » » 6 4 » $= 51^{mm}$
» » 1726, » » 7 4 » $= 41^{mm}$
» » 2122, » » 3 3 » $= 59^{mm}$
entsprachen, so dass sich hiernach die mittl. Drücke der einzelnen Diagramme wie folgt berechnen:

No. des Diagrammes	Mittlere Dampfspannungen in Atmosphären Ueberdruck	
	kleiner Cylinder	grofser Cylinder
1	1,090	0,952
2	1,235	0,856
3	0,922	0,766
4	1,362	0,867
5	1,677	0,828
6	2,067	0,846
7	1,350	0,742
8	1,675	1,035
9	1,660	1,012
10	2,002	1,136
11	1,775	0,675
12	2,290	1,126
13	1,562	0,876
14	1,633	0,897
15	1,360	0,814
16	1,560	0,842
17	1,105	0,721
	26,502	15,339

Hiernach ist für die gesammte Versuchszeit die mittlere Dampfspannung:

bei dem kleinen Cylinder $p_m = \frac{26,502}{17} = 1,5589$ Atm. Ueberdr.

» » grofsen » $p_{1m} = \frac{15,339}{17} = 0,9023$ Atm. Ueberdr.

Unter Berücksichtigung der eingangs erwähnten Cylinderdimensionen und unter Beachtung dessen, dass die Kolbenstange des kleinen Cylinders auf beiden Seiten einen Durchmesser von 37^{mm} besitzt, während die Kolbenstange des grofsen Cylinders vorn 45 und hinten 43^{mm} stark ist, berechnet sich die nutzbare Arbeitsfläche des kleinen Kolbens f_m mit

$$f_m = 314,159 - 10,752 = 303,4^{qcm};$$

dagegen ist die mittlere Arbeitsfläche des grofsen Kolbens

$$F_m = 881,413 - \frac{15,904 + 14,522}{2}$$

$$F_m = 881,413 - 15,213 = 866,2^{qcm}.$$

Die durchschnittliche Kolbengeschwindigkeit ergiebt sich mit

$$v = \frac{2 \cdot 88,4 \cdot 0,6}{60} = 1,768^{m} \text{ pro Secunde.}$$

Dementsprechend berechnet sich die mittlere Leistung des kleinen Cylinders L_k mit

$$L_k = \frac{303,4 \cdot 1,5589 \cdot 1,768}{75} = 11,15 \text{ Pferdestärken},$$

die des grofsen Cylinders L_g mit

$$L_g = \frac{866,2 \cdot 0,9023 \cdot 1,768}{75} = 18,42 \text{ Pferdestärken}$$

und demnach die mittlere Gesammtleistung L der Maschine während der Versuchszeit mit

$$L = L_k + L_g = 11,15 + 18,42$$

$$L = 29,57 \text{ Pferdestärken.}$$

Da nun pro Stunde Arbeit an Wasser 262,8^{kg} verbraucht wurden, so ergiebt sich der Wasser- bezw. Dampfverbrauch der untersuchten Maschine pro Stunde und indicirte Pferdestärke mit

$$Q = \frac{262,8}{29,57}$$

oder

$$Q = 8,88^{kg},$$

so dass sich unter Berücksichtigung der Gröfse der Maschine wie der contractlichen Zusage die ökonomische Leistung als eine sehr vorzügliche herausstellt.

K. Morgenstern,
königlicher Fabrikeninspector.

Ueber die Festigkeitseigenschaften der Metalle, namentlich von Eisen und Stahl, nach den neueren Untersuchungen.

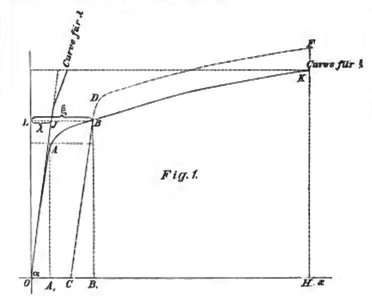
Von F. Kosch, Ingenieur und Oberrealschullehrer.

(Vortrag, gehalten im Breslauer Bezirksverein am 16. März 1882.)

Nur der Gedanke, dass Ihnen, meine Herren, in Ihrer Praxis nicht immer Zeit und Mufse gegeben ist, die Litteratur zu verfolgen, hat mich zu dem Versuche veranlasst, Ihnen ein Bild über die in den letzten 20 Jahren angestellten Festigkeitsversuche und deren Resultate zu geben, soweit mir dies durch Studium der einschlägigen Litteratur eben möglich ist. Ich bemerke aber dabei, dass es weder persönliche Erfahrungen noch eigene Theorien sind, die ich vorzutragen gedenke, und bitte um Nachsicht, wenn ich wegen der Fülle des vorhandenen Materiales manches Interessante übersehen habe und manches schon Bekannte hier vorbringen werde.

Es ist bekannt, dass, wenn man einen Körper mit einer Kraft P belastet, derselbe eine Formveränderung — Verlängerung, Durchbiegung, Verdrehung u. s. w. — erleidet.

Diese Formveränderung ξ setzt sich aus zwei Theilen zusammen, aus der elastischen λ und aus der permanenten $\xi - \lambda$. Trägt man zu jedem P als Ordinate die zugehörigen Werthe für λ und ξ als Abscissen auf, so erhält man zwei Spannungscurven, wie sie in Fig. 1[1]) dargestellt sind.



Wie man sieht, fallen die beiden Curven bis zum Punkt A fast zusammen. Der Punkt A entspricht der Elasticitätsgrenze. Wie aber A kein fest bestimmter Punkt ist, so ist es auch die Elasticitätsgrenze nicht, welche gewöhnlich als die Grenze definirt wird, bis zu der ein Körper belastet werden darf, ohne dass eine bleibende Formveränderung eintritt. Theoretisch hat daher diese Definition um so weniger Werth, als auch Hodgkinson und Clark gezeigt haben, dass mit jeder Belastung eine bleibende, wenn auch sehr kleine Formveränderung verbunden ist. Auch geht die Stange nach Entfernung der Belastung nicht sofort in den ursprünglichen Zustand zurück, sondern es findet eine sogenannte secundäre Action statt, welche nach Kupffer's Angaben noch einige Tage nachher bemerkbar sein kann.

Trotzdem ist aber die obige Fairbairn'sche Definition wegen ihrer Einfachheit für die praktischen Verhältnisse den ziemlich willkürlichen und theilweise auch recht weitläufigen Definitionen von Wertheim und Knute Styffe[2]) vorzuziehen.

[1]) Dieselbe stellt annähernd die Durchbiegung und die entsprechend gröfste Faseranspannung einer schmiedeisernen Axe der Gesellschaft Phönix dar. Vergl. Tabelle IV der Wöhler'schen Festigkeitsversuche auf Seite 605 und 606 in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, 1860.

[2]) Knute Styffe, Die Festigkeitseigenschaften von Eisen und Stahl. Seite 28 bis 31, Seite 39.

Soviel geht aus der Figur und dem gesagten aber hervor, dass innerhalb der Elasticitätsgrenze die Formveränderung fast genau proportional der Belastung ist, und dass aufserhalb derselben die Formveränderungen weit schneller wachsen.

Ferner sieht man aus Fig. 1, namentlich aber aus den Curven, die Knute Styffe seinem Werke[1]) beigegeben hat, dass die Linie für die gesammte Formveränderung ξ vom Punkt A nach K wiederum annähernd eine gerade ist, welche gegen die Abscissenaxe weniger als das Curvenstück OA geneigt ist. Es folgt daraus, dass die Ausdehnung ξ annähernd proportional dem Ueberschusse $\overline{BB'} - \overline{AA'}$ an Belastung über die der Elasticitätsgrenze entsprechende Belastung $\overline{AA'}$ ist. Knute Styffe[1]) spricht sich ähnlich aus und giebt noch ferner an, dass bei demselben Gewichtszuwachse die Ausdehnung für Eisen gröfser als für Stahl ist.

Es sei mir gestattet, noch auf eine andere Eigenschaft der Curve für ξ aufmerksam zu machen. Bekanntlich ist die Arbeit, welche nöthig ist, um einen Stab um eine Strecke $OB' = \xi$ auszudehnen bezw. zu verbiegen

$$= \int_0^{\overline{OB'}} P\, d\xi.$$

Dieses Integral bedeutet aber den Inhalt des Curvenstückes OBB'. Die Spannungscurve für ξ ist demnach zugleich die Arbeitscurve für die Ausdehnung.

Die Curve für die elastische Formveränderung λ ist, wie Wöhler nachgewiesen, auch noch ein Stück über die Elasticitätsgrenze hinaus, etwa bis J, eine gerade Linie, zieht sich dann aber etwas nach der Curve für ξ hinüber. In Wirklichkeit ist die Abweichung von der geraden Linie wohl etwas geringer, denn, wie Wöhler richtig nachweist, ergeben die Versuche mit gebogenen Stäben — ein solcher Versuch liegt der Figur 1 zu Grunde — sehr leicht eine etwas gröfsere elastische Ausdehnung, als sie dem Materiale zukommt. Wird nämlich[2]) ein Stab über die Elasticitätsgrenze hinaus gebogen, so erleiden nur die äufsersten Fasern desselben eine permanente Ausdehnung. Bei Entlastung des Stabes haben die inneren Fasern, welche nur elastische Ausdehnung erfahren haben, das Bestreben, den Stab wieder vollständig in die ursprüngliche Lage zurückzubringen; dabei pressen sie die äufseren Fasern zusammen und verringern etwas deren bleibende Ausdehnung.

Soweit die Curve für die elastische Ausdehnung λ eine gerade ist, gilt für sie die Gleichung:

$$\lambda = \frac{\beta}{E} P,$$

wo β ein Proportionalitätsfactor ist, welcher von der Art der Belastung, den Dimensionen und der Form des Stabes und dem Mafsstabe der Zeichnung abhängig ist, E dagegen ein anderer Factor, der nur allein durch das Material bedingt ist. E ist bekanntlich der Elasticitätsmodul. Bezeichnet man den Winkel JOX mit α, so ist

$$E = \beta \frac{P}{\lambda} = \beta \operatorname{tg} \alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1),$$

d. h. der Elasticitätsmodul ist proportional der Tangente des Winkels α.

In neuester Zeit hat Köpeke in Dresden[3]) den Zusammenhang zwischen den drei Gröfsen E, λ und P anders bestimmt. Er schliefst so:

Ein Stab von der Länge l und der Quadrateinheit sei durch eine Kraft k auf die Länge $l + \lambda$ ausgedehnt. Vermehren wir die Kraft k um dk, so wird sich die Verlängerung λ um $d\lambda$ ändern.

Während nun bei der bisherigen Theorie $d\lambda$ der Spannungszunahme dk und der ursprünglichen Länge l des Stabes proportional gesetzt wurde, also $d\lambda = \frac{dk}{E} l$, setzt Köpcke $d\lambda$ proportional der der Spannung k entsprechenden Länge $l + \lambda$ und erhält

$$d\lambda = \frac{dk}{E}(l + \lambda),$$

wo E wiederum der Elasticitätsmodul ist.

Integrirt man diese Gleichung und bedenkt, dass für $k = 0$ auch die Verlängerung $\lambda = 0$ sein muss, so ergiebt sich

$$\frac{l + \lambda}{l} = e^{\frac{k}{E}},$$

wo e die Basis der natürlichen Logarithmen $= 2{,}71828\ldots$ ist.

Nimmt man nun die Kraft k gleich dem Elasticitätsmodul E an, so erhält man für die entsprechende Länge des Stabes

$$l + \lambda = 2{,}71828\ldots \cdot l,$$

drückt man dagegen den Stab mit einer Kraft $k = -E$ zusammen, so erhält man

$$l + \lambda = \frac{1}{e} l = 0{,}36788\ldots \cdot l,$$

d. h. der Elasticitätsmodul ist diejenige Spannung pro Flächeneinheit, welche einen Stab auf die $2{,}718\ldots$ fache Länge ausdehnt bezw. auf die $0{,}36788\ldots$ fache Länge zusammendrückt.

Aus der obigen Differentialgleichung folgt ferner:

$$E = \frac{dk}{d\lambda}(l + \lambda);$$

$\frac{dk}{d\lambda}$ bedeutet aber die Richtungsconstante der Tangente an die Curve für die elastische Formveränderung λ.

Nennt man den Winkel, den die Tangente im Anfangspunkte des Coordinatensystems mit der Abscissenaxe bildet, α, so ist auch hier wieder

$$E = l \operatorname{tg} \alpha,$$

also ganz analog der Gleichung (1).

Es mag dahingestellt sein, ob die Köpcke'sche Hypothese richtig oder falsch ist, jedenfalls führt sie in der Anwendung auf unsere bisherigen Annahmen zurück. Denn, wenn schon für die einfache Zug- bezw. Druckfestigkeit die doch immer complicirte Formel

$$\frac{l + \lambda}{l} = e^{\frac{k}{E}} \quad \text{bezw.} \quad \frac{\lambda}{l} = e^{\frac{k}{E}} - 1$$

gelten soll, so würde die Durchführung der Theorie der Biegungsfestigkeit auf Grund dieser Formel wohl auf sehr grofse Schwierigkeiten stofsen. Man wäre daher genöthigt, sich mit Annäherungen zu begnügen; das naturgemäfse ist aber, $e^{\frac{k}{E}}$ in eine Reihe zu verwandeln. Man erhält dann:

$$\frac{\lambda}{l} = \frac{k}{E} + \frac{k^2}{1 \,.\, 2 E^2} + \frac{k^3}{1 \,.\, 2 \,.\, 3 E^3} + \ldots$$

Bedenkt man nun, dass $\frac{k}{E}$ selbst für die Bruchgrenze eine kleine Zahl ist, für Gussstahl z. B. $= 0{,}004$, so kann man die höheren Potenzen vernachlässigen und erhält den längst angenommenen Ausdruck:

$$\frac{\lambda}{l} = \frac{k}{E}.$$

Wie schon erwähnt, hat Wöhler gezeigt, dass die elastische Biegung auch aufserhalb der Elasticitätsgrenze den theoretischen Gesetzen folgt, dass sie nur abhängig von den biegenden Kräften, aber unabhängig von der permanenten Biegung ist.

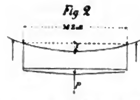
Ein Stab Phönix-Eisen wurde bis zu $23{,}4^{kg}$ pro Quadratmillimeter Spannung gebogen und während 14 Stunden beobachtet. Dabei stieg die ganze Durchbiegung ξ von $0{,}411$ Zoll bis auf $0{,}4716$ Zoll, während die elastische Biegung λ, wie folgende kleine Tabelle angieht, constant blieb.

ξ	$\xi - \lambda$	λ
0,411	0,1075	0,3035
0,4349	0,131	0,3039
0,4599	0,148	0,3049
0,4716	0,168	0,3036.

[1]) Knute Styffe, Die Festigkeitseigenschaften von Eisen und Stahl. Seite 28 bis 31, Seite 39.

[2]) Wöhler, Festigkeitsversuche u. s. w. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw. 1860, S. 594.

[3]) cfr. Deutsche Bauzeitung, Jahrg 1882, No. 28.



Zum weiteren Beweise für obige Behauptung nahm Wöhler[1]) drei schmiedeiserne Stäbe A, B, C und einen Stab D aus Gussstahl mit rechteckigem Querschnitte von der Höhe h und bog sie in der Weise, wie es in Fig. 2 angedeutet ist.

Die Hauptresultate dieser Versuche giebt folgende Tabelle.

Material	Spannung k		Durchbiegung in Zollen:			
	Kilogr. pro Quadr.-Millimet.	Cntr. pro Quadrat-Zoll	Gesammte ξ	Permanente $\xi - \lambda$	Elastische λ	Elastische pro Cntr. Spannung $\frac{\lambda}{k}$
A. Stab aus Eisen von der Laurahütte.	13,16	180	0,1803	0,002	0,1779	0,000980
	14,62	200	0,2010	0,004	0,1972	0,000986
	17,54	240	0,2436	0,007	0,2366	0,000982
	21,93	300	0,3153	0,0205	0,2948	0,000982
				im Mittel $\frac{\lambda}{k}$ =		0,000982
B. Stab aus gebrochener Phönix-Axe.	11,7	160	0,1545	0,0035	0,151	0,000943
	14,92	200	0,1983	0,0100	0,1889	0,000944
	23,39	320	0,4716	0,1680	0,3036	0,000918
				im Mittel $\frac{\lambda}{k}$ =		0,000945
C. Stab aus Eisen von der Gesellschaft Minerva in Oberschlesien.	11,7	160	0,1456	0,002	0,1436	0,000895
	17,54	240	0,221	0,0055	0,2155	0,000897
	23,93	320	0,3014	0,0135	0,2879	0,000899
	24,85	340	0,3221	0,017	0,3051	0,000897
				im Mittel $\frac{\lambda}{k}$ =		0,000898
D. Stab aus einer ungehärteten Gussstahlaxe von Krupp, welche vorher 4980 Meilen im Betriebe zurückgelegt hatte.	13,16	180	0,165	0,000	0,165	0,000917
	14,62	200	0,184	0,000	0,184	0,000920
	19,00	260	0,240	0,001	0,2390	0,000919
	21,93	300	0,276	0,0015	0,2745	0,000915
	26,31	360	0,334	0,0035	0,3305	0,000918
	29,24	400	0,379	0,006	0,3730	0,000932
				im Mittel $\frac{\lambda}{k}$ =		0,000920

Alle vier Versuche haben bei Spannungen, welche entschieden über der Elasticitätsgrenze liegen, den Werth für $\frac{\lambda}{k}$, d. h. die elastische Biegung pro Centner Faserspannung, nahezu constant ergeben und damit die Richtigkeit obiger Behauptung erwiesen.

Die grofse Genauigkeit, mit der die Versuche angestellt sind, berechtigt Wöhler, aus ihnen den Elasticitätsmodul zu berechnen.

Für vorliegenden Fall ist:[2])

$$E = \frac{36^2}{8 \cdot \frac{1}{2} h \cdot \frac{\lambda}{k}} = \frac{324\, k}{\lambda \cdot h}.$$

Es ist nun für Stab A . . . $h = 1{,}25$ Zoll
» » B . . . $h = 1{,}241$ »
» » C . . . $h = 1{,}25$ »
» » D . . . $h = 1{,}226$ »

Man findet für A $E = 263\,000$ Cntr. pro Quadratzoll
» B $E = 276\,000$ » » »
» C $E = 288\,000$ » » »
im Mittel $E = 275\,000$ » » »

d. h. es ist für Schmiedeisen $E \sim 20\,000^{kg}$ pro Quadratmillimeter.

Für Stab D erhält man:

$$E = 287\,250 \text{ Cntr. pro Quadratzoll,}$$

d. h. es ist für ungehärteten Gussstahl

$$E \sim 21\,000^{kg} \text{ pro Quadratmillimeter.}$$

Auch die Versuche über die Torsionsfestigkeit, welche Wöhler angestellt hat, haben das Gesetz bestätigt, dass die elastische Dehnung auch über die Elasticitätsgrenze hinaus proportional der Beanspruchung bleibt.

Ein Stab aus einer ungehärteten Gussstahlaxe von Krupp, also aus demselben Materiale wie Stab D, wurde durch ein äufseres Kräftepaar Pr verwunden und die Verdrehung auf 30 Zoll Länge genau gemessen. Der Durchmesser der Stange betrug $d = 0{,}75$ Zoll. Die Resultate des Versuches sind in folgender Tabelle zusammengestellt, wobei bemerkt werden muss, dass die gröfste Faserspannung k nach der Formel

$$k = \frac{16\, Pr}{\pi\, d^3}$$

berechnet worden ist.

Stab aus einer ungehärteten Gussstahlaxe.[1])

Faserspannung		Verdrehung in Minuten:			
Kilogr. pro Quadrat-Millimet.	Centner pro Quadratzoll	Gesammte	Elastische ϑ'	Permanente	Elastische pro Centner Spannung $\frac{\vartheta'}{k}$
2,12	28,939	71	71	0	2,45344
3,53	48,424	118	118	0	2,43691
5,34	72,973	178	178	0	2,43986
7,14	97,721	238	238	0	2,43562
8,96	122,650	299	298	1	2,42383
10,74	147,706	361	360	1	2,43727
12,64	172,685	423	422	1	2,44093
13,75	188,035	460	459	1	2,44103
14,48	198,161	487,5	486	1,5	2,45255
15,22	208,289	522	520	2	2,49653
15,96	218,422	538	535	3	2,44938
16,70	228,582	566,5	562	4,5	2,45844
				im Mittel $\frac{\vartheta'}{k}$ =	2,44760

Auch hier ergiebt sich für alle Spannungen das Verhältnis $\frac{\vartheta'}{k}$ nahezu constant.

Hieraus berechnet sich leicht der Gleitungsmodul G nach der Formel

$$G = \frac{180 \cdot 60}{\pi} \cdot \frac{k}{\vartheta'} \cdot \frac{l}{\frac{1}{2} d}\ ^{2})$$

oder, wenn man die Werthe einsetzt:

$G = 112\,363$ Cntr. pro Quadratzoll, d. i.
$G \sim 8230^{kg}$ pro Quadratmillimeter.

Hieraus findet sich

$$\frac{G}{E} = \frac{8230}{21000} \sim \frac{1{,}96}{5},$$

d. h. es ist G annähernd $^2/_5\, E$.

Das ist ein experimenteller Beweis, wenigstens für Eisen und Stahl, dass die Theorie den Zusammenhang zwischen Gleitungs- und Elasticitätsmodul richtig angenommen hat.

Es sei gestattet, der Vollständigkeit wegen die verschiedenen Werthe für den Elasticitätsmodul des Stahls, welche andere Experimentatoren durch die verschiedensten Festigkeitsversuche gefunden haben, hier anzuführen.

Es ist E in Kilogramm pro Quadratmillimeter für[3])

Guss- und Feilenstahl 21 250, Biegungsversuche von Kupffer.
Bessemerstahl 24 123, Zug- u. Biegungsversuche v. Styffe.
Bessemerstahlstücke zu den Versuchen präparirt { 22 150, Zugversuche; 23 910, Druckversuche; 21 100, Biegungsversuche } von Bauschinger.
Bessemerrundstangen 20 825, Zerknickungsversuche } von Bauschinger.
Bessemerzugbänder 23 100, Zugversuche } von Bauschinger.

Ferner fand Bauschinger G für Stahl 8620, also auch $G \sim {}^2/_5\, E$.

[1]) Wöhler, Festigkeitsversuche. Erbkam's Zeitschr. für Bauwesen 1860 S. 599 u. 600, 1866 S. 80.
[2]) cfr. Reuleaux, Constr. S. 12, 13. VI.

[1]) Wöhler, Festigkeitsversuche. Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. 1870, Tabelle XVIII.
[2]) cfr. Reuleaux, Constr. S. 42, 43. I.
[3]) Weyrauch, Festigkeit und Dimensionenberechnung. S. 37.

Auch aus diesen Versuchen ersieht man, dass sich bei der Biegung der Elasticitätsmodul etwas zu klein, die elastische Durchbiegung daher etwas zu grofs ergeben hat.

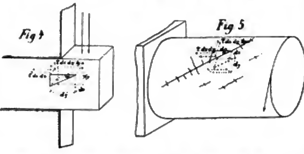
Die Versuche von Wöhler haben noch einen anderen Theil der Elasticitätstheorie sehr schön bestätigt.

Ein Stab, aus einer eisernen Phönix-Axe[1]) geschnitten, hatte die in Fig. 3 skizzirte Gestalt. Die beiden Hälften a und b wurden gegen einander verschoben. Die anfängliche Fasernspannung von $18{,}3^{kg}$ wurde bis zur Abscheerung um je $0{,}73^{kg}$ gesteigert. Bei 22^{kg} zeigten sich in der ganzen Höhe des Querschnittes feine Risse, welche ursprünglich unter 45° gegen die Kraftrichtung geneigt waren, später aber durch die Verschiebung der beiden Hälften a und b nach der Abscheerung horizontal geworden sind. Die Abscheerung erfolgte schliefslich bei $26{,}3^{kg}$ pro Quadratmillimeter Fasernspannung.

Ebenso fand Wöhler, dass bei tordirten Axen sich kurz vor dem Bruche Sprünge zeigten, welche nahezu unter einem Winkel von 45° gegen die Stabrichtung auf dem Mantel sich herumzogen. (Vergl. Fig. 5.)

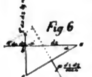
Die Elasticitätstheorie erklärt das Entstehen der Risse wie folgt:

Man denke sich sowohl in dem auf Schubfestigkeit beanspruchten Stabe wie in dem tordirten Cylinder ein kleines Parallelepipedon mit den Seiten dx, dy, dz, in der Weise,



wie es in Fig. 4 und 5 angedeutet ist. In den Flächen $dx \cdot dz$ und $dy \cdot dx$ desselben wirkt, damit das Parallelepipedon im Gleichgewicht ist, dieselbe Tangentialspannung τ, während in der Fläche $dy \cdot dz$ die Tangentialspannung $= 0$ ist. Man denke sich ferner das Parallelepipedon durch eine Ebene zerschnitten, welche durch dx gelegt ist und mit dz den Winkel α bildet; dadurch entsteht ein dreiseitiges Prisma mit den Seitenflächen $dx \cdot dz$, $dx \cdot dz \operatorname{tg} \alpha$, $\frac{dx \cdot dz}{\cos \alpha}$. Damit das Prisma im Gleichgewichte sei, müssen auf letztere Fläche äufsere Kräfte wirkend gedacht werden, welche die Normalspannung p neben einer Tangentialspannung in $\frac{dx \cdot dy}{\cos \alpha}$ hervorrufen; die gesammte Normalkraft ist daher $p \frac{dx \cdot dz}{\cos \alpha}$. Die Tangentialkräfte in den beiden anderen Seitenflächen sind

$$\tau \, dx \cdot dz \quad \text{und} \quad \tau \, dx \cdot dz \operatorname{tg} \alpha.$$



In Fig. 6 ist der dreiseitige Querschnitt abc des Prismas mit den auf die Seitenflächen wirkenden Kräften herausgezeichnet.

Die Componenten der beiden Tangentialkräfte $\tau \, dx \cdot dz$ und $\tau \, dx \cdot dz \operatorname{tg} \alpha$ normal zur Fläche ac sind

$$\tau \, dx \cdot dz \sin \alpha \quad \text{und} \quad \tau \, dx \cdot dz \operatorname{tg} \alpha \cos \alpha = \tau \, dx \cdot dz \sin \alpha.$$

Damit Gleichgewicht vorhanden sei, muss

$$p \frac{dx \cdot dz}{\cos \alpha} = 2 \tau \, dx \cdot dz \sin \alpha$$

sein, d. h.

$$p = \tau \sin 2 \alpha.$$

[1]) Wöhler, Festigkeitsversuche; Erbkam's Zeitschr. für Bauwesen, 1870, S. 104 bis 106.

p wird ein Maximum für $\alpha = 45°$, d. h. bei tordirten wie bei auf Abscheerung beanspruchten Stäben ist ein Abreifsen der einzelnen Theilchen in einer Ebene, welche unter 45° gegen die Kraftrichtung geneigt ist, am meisten zu befürchten.

Die oben geschilderten Wöhler'schen Versuche haben dies bestätigt.

Aus seinen Abscheerungsversuchen fand Wöhler ferner, dass der Bruchmodul b' für Schub gleich dem b für Zug zu setzen ist, wenn die abscheerenden Kanten in derselben Ebene liegen, dass aber $b' = \frac{4}{5} b$ ist, wenn die abscheerenden Kanten in verschiedenen Ebenen liegen.

Nach Wöhler ist in Kilogramm pro Quadratmillimeter

	b für Zug,	b' für Schub	
für Phönix-Eisen	$b = 32{,}9$	$b' = 26{,}3$;	$\frac{b'}{b} \sim 0{,}8$
Krupp'sches Gussstahlblech	$b = 53{,}94$	$b' = 40{,}9$;	$\frac{b'}{b} \sim 0{,}75$
Krupp'sche Gussstahlaxe	$b = 73{,}4$	$b' = 49{,}34$;	$\frac{b'}{b} \sim 0{,}7$.

(Schluss folgt.)

Ueber Regeneration der Wärme.

Von A. de Buischevalier.

(Vorgetragen in der Sitzung des Aachener Bezirksvereines vom 5. Juli 1882 als Beitrag zu den Arbeiten der Gascommission.)

In keiner dem Vortragenden bekannten Schrift sind genügende Anhaltspunkte zu finden, um zu erfahren, in welchen Grenzen die Regeneration der Abhitze in einem für hohe Temperaturen bestimmten Gasofen sowohl theoretisch als praktisch durchführbar sei.

Wenn auch die Rechnungen, die weiter aufgestellt sind, sich näher auf das Siemens'sche Regenerativsystem mit 4 Regeneratoren und 2 Wechselklappen beziehen, so finden sie doch auch Anwendung auf das System der Wiedergewinnung der Hitze mit gleichbleibender Richtung der gasförmigen Ströme, welches letztere Verfahren wir im folgenden Recuperativsystem benennen werden; die Bauart und die Wirkungsweise der entsprechenden Anlagen sind im allgemeinen bekannt.

Zur Theorie der Sache setzen wir folgende Bedingungen voraus:

Anwendung chemisch reiner Kohle; Bildung von Kohlenoxydgas allein; Abkühlung des Generatorgases bis zur Temperatur der äufseren Luft; Einführung der Luft von der Temperatur der Atmosphäre; Erwärmung der beiden in ihren Regeneratoren zur Temperatur der vom Ofen abziehenden Gase; Abkühlung der letzteren bis zur äufseren Temperatur; Beschränkung des Luftverbrauches auf die theoretisch zur Verbrennung nöthige Menge. Ob diese verschiedenen Bedingungen mit einander vereinbar sind, wird die folgende Betrachtung zeigen. Aus diesen Voraussetzungen ergiebt sich:

		Volumen in cbm	Specifische Wärme
Gas . . .	CO 1,00; N 1,88	2,88	2,88 × 0,31 = 0,89
Luft		2,38	2,38 × 0,31 = 0,74
		5,26	1,63
Verbrennungsproducte	CO_2 1,00; N 3,76	4,76	0,43
			3,76 × 0,31 = 1,17
			1,60

Da bei dem Umtausche der Calorien die specifische Wärme auf beiden Seiten fast gleichwerthig ist, so ist die vollständige Regeneration unter obigen Voraussetzungen möglich, und zwar im Volumenverhältnisse der abziehenden Gase von

2,61 durch die Gasregeneratoren,
2,15 » » Luftregeneratoren.

Die in den Generatoren durch Bildung von $1{,}00^{cbm}$ CO erzeugte Wärme ist = 1327 Cal., im Ofen durch seine Verbrennung = 3007, zusammen 4334 Cal. Nimmt man die Temperatur der Atmosphäre zu 0° an, diejenige der abziehenden Gase dagegen zu 1500°, so erhält man:

Erzeugte Wärme im ganzen . . .	4334 Cal.	
und für deren Verwendung:		
Verlust durch Abkühlung des Gases	1327 Cal.	= 30,6 pCt.
Regenerirt in der Gaskammer . .	1335 »	= 30,8 »
» » » Luftkammer . .	1110 »	= 25,6 »
Rest für directen Verbrauch . . .	562 »	= 13,0 »
	4334	100,0

Will man sich daher nach der reinen Theorie ein Bild der Regeneration und ihrer Wichtigkeit vorstellen, so muss man noch die Procente der 3007 für den Ofen verfügbar bleibenden Calorien berechnen und findet, dass, wenn in einem Feuerraum ein Minimum von 1500° Temperatur behalten werden soll, man von der Verbrennungswärme im Feuerraum ohne Regeneration nur 19 pCt. verwenden kann und 81 pCt. verlieren muss, indem die theoretische Anfangstemperatur nur $\frac{3007}{1,60} = 1879^0$ beträgt.

Mit Regeneration sind die 81 pCt., die nach einer Seite in die Regeneratoren entweichen, von der anderen aus ersetzt: man verliert also nichts und die theoretische Anfangstemperatur beträgt $\frac{3007 + 1335 + 1110}{1,60} = 3407^0$; sie kann allerdings wegen der Dissociation in der Praxis nicht bestehen, übersetzt sich aber in eine entsprechende Verlängerung der heifsesten Zone im Ofenraume.

In der Praxis verhält sich die Sache aber nicht gerade so, wenn auch trotzdem die Wichtigkeit der Regeneration in den verschiedenen Fällen eine überwiegende bleibt. Müssen wir hier von gewissen Hypothesen ausgehen, so können wir solche als vernünftig annehmen, die von den meisten Fachmännern nicht bestritten werden, namentlich wenn sie zu Endresultaten führen, die sich in manchem Betriebe bewahrheiten.

1. Das Gas, so abgekühlt es auch werden kann, wenn ein Heber vorhanden ist, tritt immerhin mit etwa 200° Temperatur in den Regenerator.

2. Wenn der kalte Strom, der dem warmen die Calorien zum Zwecke der Regeneration abnimmt, bezüglich der specifischen Wärme theoretisch genügend ist, um den ersteren im Maximum abzukühlen, so bleibt immer in der Praxis zwischen beiden ein Temperaturunterschied von mindestens 200°, so dass, wenn im Regenerator die Luft sich von 0° auf 1300° erhitzt, die Verbrennungsproducte sich von 1500° auf 200° abkühlen werden, bezw. im Gasregenerator von 1500° auf 400°, wenn das Gas sich von 200° auf 1300° erhitzt.

3. Zur vollständigen Verbrennung ist ein Luftüberschuss nöthig, der im Durchschnitte das theoretische Quantum um 20 pCt. übersteigt.

4. Die abziehenden Gase verlieren an Regenerativkraft a) an Volumen, dadurch, dass ein Theil derselben sich infolge des Druckes im Feuerraume durch dessen Oeffnungen verliert, b) an Hitze, durch die Ausstrahlung der Regeneratorwände und durch Einführung von kalter Luft durch die Poren und Risse des Mauerwerkes, infolge des Zuges nach dem Kamin. Wenn man diese Verlustquellen zu je 10 pCt. einschätzt, so kann man 20 pCt. des theoretischen Quantums der verbrannten Gase in der Berechnung der Regeneration abziehen, als ob sie nicht vorhanden seien, und schon daraus den Schluss ziehen, dass auf alle Fälle bezüglich des Austausches der Calorien die kalten gasförmigen Producte den warmen gegenüber in Ueberfluss vorhanden sind.

5. Schliefslich ist in der Praxis die Zusammensetzung der Gase eine ganz andere als die oben angegebene.

Sehen wir zunächst von dieser fünften Voraussetzung ab und richten wir uns nach den vier übrigen. Zur Vereinfachung der Zahlen und besseren Vergleichung mit den zuerst berechneten Resultaten gehen wir wie eingangs vom Verhältnisse der auf gleiche Temperatur zurückgeführten Volumen der Gase aus, so dass die Resultate ebenso, als wenn sie von den Gewichtsverhältnissen ausgingen, unabhängig sind von den grofsen Volumschwankungen, die deshalb mit der Regeneration verbunden sind, weil dieselbe eben auf Abkühlung und Erwärmung der gasförmigen Ströme sich gründet.

		Volumen in cbm		Specifische Wärme im ganzen	Specifische Wärme per Volum
Gas . . .	CO	1,00			
	N	1,88	2,88		
Luft . . .		2,38			
	20%	0,48	2,86		
			5,74	1,78	0,31
Verbrennungsproducte	CO_2	1,00			
	N	4,14			
	O	0,10	5,24	1,74	0,33

(per Cubikmeter betragen die specifischen Wärmen für CO, N, O = 0,31, für CO_2 = 0,43).

Von den 5,24 Vol. Verbrennungsproducte haben 20 pCt. = 1,05 kein Regenerativvermögen. Die übrigen 4,19 haben eine geringere specifische Wärme als die regenerirenden Producte Luft und Gas zusammen. Von vornherein ist auch leicht einzusehen, dass man der kalten Luft eine gröfsere Rolle überlassen muss als dem wärmeren Gase, weil durch die Gasregeneratoren mehr Calorien verloren gehen und durch den geringeren Temperaturunterschied daselbst der Temperaturaustausch weniger befördert wird, auch das Gas nicht beständig zu 200°, sondern oft wärmer eintritt.

Schliefslich ist zu berücksichtigen, dass es vortheilhaft ist, die Luft so viel als möglich zu erwärmen, weil dadurch ihr Impuls in den Ofen begünstigt wird, indem das Gas schon seinen Impuls aus dem Heber oder aus den Generatoren erhält. Zudem behaupten einige Techniker, dass durch das mäfsig erwärmte und daher dichter gebliebene Gas eine längere Flamme und eine bessere Hitzevertheilung im Ofen, als durch ein sehr warmes Gas, befördert werden.

Setzen wir daher zunächst den Fall voraus, wo man dem Luftregenerator das Maximalquantum der Verbrennungsproducte zuführt, dessen Wärme von der Luft gänzlich aufgenommen werden kann.

Die 2,86 Vol. Luft, um sich von 0° zu 1300° zu erwärmen, erfordern $2,86 \times \frac{0,31}{0,33} = 2,68$ Volumen Verbrennungsproducte, welche sich von 1500° zu 200° abkühlen und abgeben 1150 Cal.

Für die Gaskammer bleiben verfügbar 1,51 Vol., die sich von 1500° zu 400° abkühlen und liefern .	548 »
Die 1,05 Vol. zu 1500°, welche keine Wirkung haben, verlieren	520 »
Die 2,68 Vol., die mit 200° im Fuchse entweichen, verlieren	177 »
Die 1,51 Vol., die mit 400° im Fuchse entweichen, verlieren	199 »
Dagegen bringen die 2,88 Vol. Gas, die mit 200° ankommen	179 »

Um die Procente wie im ersteren Falle zu berechnen, kann man von denselben Zahlen wie oben für die erzeugte Wärme ausgehen,

d. h. in den Generatoren . . .	1327	
im Ofen	3007	4334 »

Um einen vollständigen Ueberblick der Resultate zu gewinnen, darf man nicht vergessen, dass von den 199 Calorien, die durch 1,51 Vol. Verbrennungsproducte in den Kamin entweichen, die Hälfte = 100 Cal. wiederzugewinnen wäre, wollte man dazu einen besonderen Apparat aufstellen, um diese Gase zum praktischen Minimum von 200° abzukühlen. Diese Complication ist für kleinere Beträge in der Praxis undurchführbar und der Posten in den Tabellen nur pro memoria angeführt.

Aus allem obigen ergiebt sich die 1. Colonne Abtheilung A der Tabelle der

»Vertheilung der vom Brennmaterial erzeugten Wärme.«

Am Fufse jeder Colonne sind zudem die theoretischen Temperaturen angegeben, zu welchen sich die Verbrennungsagenten, Luft und Gas, erwärmen, vordem sie in den Ofen gelangen, da ein genügendes Quantum der Verbrennungsproducte nicht vorhanden ist, um beide zusammen zum Maximum von 1300° zu erhitzen. Die für den Agent, der am wenigsten regenerirt, nachgerechnete Temperatur kann nur

Vertheilung der vom Brennmaterial erzeugten Wärme.

	A. Gas aus chemisch reiner Kohle und abgekühlt zu 200°.						B. Zusammensetzung des Gases nach Stegmann. Gas abgekühlt zu 200°.						C. Zusammensetzung des Gases nach Stegmann. Gas abgekühlt zu 500°.						D. Zusammensetzung nach Stegmann. Gas zu 750°.		
	1. Maximum durch Luft.			2. Maximum durch Gas.			1. Maximum durch Luft.			2. Maximum durch Gas.			1. Maximum durch Luft.			2. Maximum durch Gas.			Ohne Gasregeneration.		
	Calorien		pCt.	Calorien		pCt.	Calorien		pCt.	Calorien		pCt.	Calorien		pCt.	Calorien		pCt.	Calorien		pCt.
Durch Luft regenerirt		1150	26,5		634	14,6		61737	31,0		40690	20,4		61737	31,0		40690	20,4		61737	31,0
» Gas »		548	12,7		984	22,7		17732	8,9		35541	17,9		12896	6,5		25848	13,0		—	—
			39,2			37,3			39,9			38,3			37,5			33,4			31,0
Nachgerechnete Verluste: Abkühlung des Gases	1327						54612						54612						54612		
	179	1148	26,5		1148	26,5	6456	48156	24,2		48156	24,2	16140	38472	19,3		38472	19,3	24210	30402	15,2
20 pCt. der Producte	520			520			23880			23880			23880			23880			23880		
200° (oder 530°) im Luftregen.	177			98			9500			6262			9500			6262			33730		
400° (oder 700°) im Gasregen.	199	896	20,6	358	976	22,5	6448	39828	20,0	12924	43066	21,6	11284	44664	22,4	22617	52759	26,5	—	57610	29,0
Bleibt für sonstige Verluste und Feuerungszwecke		592	13,7		592	13,7		31843	15,9		31843	15,9		41527	20,8		41527	20,8		49547	24,8
		4334	100,0		4334	100,0		199296	100,0		199296	100,0		199296	100,0		199296	100,0		199296	100,0
Möglich wiederzugewinnen		100	2,3		179	4,1		3224	1,6		6462	3,2		8060	4,0		16155	8,1		20995	10,5
Temperatur beim Eintritt in den Ofen: Luft	1300°			713°			1300°			857°			1300°			857°			1300°		
Temperatur beim Eintritt in den Ofen: Gas	815°			1300°			750°			1300°			900°			1300°			750°		
Temperatur im Fuchse	272°			330°			251°			302°			327°			454°			530°		

eine mittlere sein, da aus der Ungleichheit der specifischen Wärme beim Calorienaustausch eine unregelmäfsige Aufspeicherung in der entsprechenden Kammer sich ergiebt; auch wird daraus bei jedem Stromwechsel eine Aenderung der Durchschnittstemperatur im Ofen entstehen. Dieser Uebelstand tritt im Recuperativsysteme nicht ein. Auf diesen Umstand kommen wir später zurück. Vorläufig kann man sich dadurch manche Nebenerscheinungen erklären, die den Techniker oft in Verlegenheit bringen.

Die zweite Colonne A 2 ist in der Voraussetzung aufgestellt, dass man dem Gasgenerator das theoretische Maximum der Verbrennungsproducte zuführe, dessen Wärme vom Gase gänzlich aufgenommen werden kann, d. h. 2,71 Vol., indem für die Luftkammer nur 1,48 übrig bleiben, um ihren Regenerativnutzeffect zu entwickeln.

Bevor wir zum Vergleiche der beiden Colonnen übergehen, kann es nützlich sein, die Wirkung der Regeneration mit Hülfe dieser ersten Zahlenreihe näher festzustellen. Obwohl die denselben zugrunde liegenden Voraussetzungen sich in der Praxis nur theilweise bewahrheiten und, ihrer Einfachheit halber, lediglich als Einleitung zu den folgenden Colonnen aufgeführt sind, können die auf dieselben anwendbaren Bemerkungen ohne wesentliche Aenderungen auf Fälle ausgedehnt werden, die wirklich in der Praxis vorkommen.

Bezeichnen wir die verschiedenen Posten mit Buchstaben:

Durch Luft regenerirt $= a$
Durch Gas regenerirt $= b$
Nachgerechnete Verluste:
Abkühlung des Gases $= c$
20 pCt. der Producte $= d$
200° im Luftregenerator $= e$
400° im Gasregenerator $= f$
Bleibt für sonstige Verluste u. Feuerungszwecke $= g$.

Die Gesammtsumme dieser Posten ist die vom Brennmateriale pro rata der Bildung eines Cubikmeters CO bezw. CO_2 erzeugte Wärme in Calorien.

c schwindet schon zwischen Generator und Ofen vor dem Eintritt in den Regenerator.

Wir haben schon nachgewiesen, dass, wenn eine Minimaltemperatur von 1500° im Feuerraume herrschen soll, bezw. wenn die Verbrennungsproducte mit dieser Temperatur abziehen, $d + e + f$ verloren gehen, $a + b$ aufgespeichert werden. Dagegen wird ein gleiches Quantum $a + b$, das vorher aufgespeichert war, von den eintretenden Gasen, als in den Regeneratoren aufgefangene Wärme, mit den übrigen Calorien in die Feuerstelle eingeführt, so dass die Wirkung im Feuerraume sich folgendermafsen zusammenfassen lässt.

1. Eingeführt: $2(a + b) + d + e + f + g$.
2. Abgeführt und verloren: $d + e + f$.
3. Abgeführt aber aufs neue aufgespeichert: $a + b$.
4. Bleibt als Nutzeffect im Feuerraume zum Zwecke der chemischen und physicalischen Processe, einschliefslich der Verluste, die nicht ausgerechnet bezw. nicht auszurechnen sind, wie z. B. Ausstrahlung des Ofens selbst: $a + b + g = 2290$ Cal., wovon die Regeneration allein $a + b = 74$ pCt. ausmacht.

Die theoretische Anfangstemperatur berechnet sich nach der Zahl der Calorien ad 1 und zwar nach Colonne 1 gleich $\frac{4484}{1{,}74} = 2807°$ (wie vorhin unter Vorbehalt der Dissociation).

Ohne Regeneration würde sich der Nutzeffect auf g beschränken, d. h. auf 592 Calorien.

Die Zahl der Calorien, welche die Anfangstemperatur bestimmen, würde sich um $a + b$ vermindern und die betr. Temperatur auf $\frac{3186}{1{,}74} = 1831°$ sinken.

Zudem würde sich die Temperatur im Fuchse von 272° auf $\frac{(a + b + \frac{1}{2} d + e + f)}{1{,}74} = \frac{2926}{1{,}74} = 1681°$ steigern.

Kommen wir jetzt auf den Vergleich zwischen den beiden ersten Colonnen der Tabelle zurück.

Zwischen den in denselben angenommenen Grenzen schwankt die Regeneration um 1,9 pCt. der ganzen Heizkraft bezw. 3,4 pCt. des Nutzeffectes im Feuerraum, und zwar zu Gunsten der ersteren Grenze. Wollte man aus diesen Grenzen heraus dem

einen Regenerator eine noch höhere Wirkung zumuthen, so würde man eine Anzahl Calorien verlieren, und zwar 12,7 pCt., wenn alle Verbrennungsproducte durch die Luftkammer allein, 14,7 pCt., wenn sie durch die Gaskammer allein nach dem Fuchse herausströmten und dabei die Wechselklappen so erwärmten, dass der Betrieb unmöglich würde.

Hat man daher mit anthracitischen Kohlen oder Koks zu thun und mit sehr kaltem Gase, ohne Bildung von CO_2, so kann man gleiche Kammern für Luft und Gas aufstellen und den Strom der abziehenden Gase durch beide gleichmäfsig vertheilen. Es ist anzurathen, keine der beiden Grenzen ganz zu erreichen, da das Quantum der abziehenden Gase nicht im gleichbleibenden Verhältnisse mit demselben der regenerirenden Gase ist und bei eventueller Erhöhung die eine Regeneration etwas verlieren würde, was die andere nicht einholen könnte. Immerhin ist es besser, aus schon erwähnten Gründen sich der Grenze der Colonne 1 zu nähern und mehr durch die Luftkammer wirken zu lassen.

Letzteres wird aber eine dringende Nothwendigkeit werden und die Rolle des Luftregenerators wird viel wichtiger, wenn man Kohlen, welche flüchtige Bestandtheile enthalten, besonders Gaskohlen, anwendet. Ich finde mich veranlasst, zu diesem Nachweis eine Zusammensetzung des Gases anzunehmen, wie ich sie im Buche von Stegmann, »Gasfeuerung und Gasöfen« 1881 S. 69, finde, als Mittel aus neun von Dr. H. Seger ausgeführten Untersuchungen der Generatorgase des Mendheim-Gasofens der kgl. Porzellanmanufactur in Charlottenburg. Abgesehen von der Zuverlässigkeit der Quelle, finde ich diese Analyse mit anderen ebenfalls zuverlässigen und mit meinen eigenen Analysen in ziemlicher Uebereinstimmung. Zudem ist sie im bes. Werke der Ausgangspunkt einiger Berechnungen, die ich als sichere Grundlage meiner theoretischen Resultate theilweise benutzen kann. Es ergiebt sich daraus, immer in Volumen:

	Gasanalyse	Verbrennungsluft	Verbrennungsproducte	
CO	22,8	. . . 54,3	CO_2	33,8
CH_4	7,4	. . . 70,5	HO**)	16,6
H	2,2	. . . 2,9*)	N	184,5
CO_2	3,6	. . . —	O	5,4
O	0,5*)	. . —		240,3
N	63,5	. . . —		
	100,0	127,7		
		20% 25,5		
		153,2		

Die sich hieraus ergebenden Werthe berechnen sich wie folgt:

Specifische Wärme der Luft:

153,2 . 0,31 = 47,49; per Volumen 0,31.

Specifische Wärme des Gases:

(22,8 + 2,2 + 0,5 + 63,5) 0,31 + 3,6 . 0,427 + 7,4 . 0,425 = 32,28; per Volumen 0,322.

Specifische Wärme der Verbrennungsproducte:

33,8 . 0,427 + 16,6 . 0,388 + 189,9 . 0,31 = 79,64; per Vol. 0,331.

Die Summe der specifischen Wärmen des Gases und der Luft ist wieder der specifischen Wärme der verbrannten Producte fast gleichwerthig.

Erzeugte Wärme durch die Verbrennung

in den Generatoren:

3,6 . 4334 + 22,8 . 1327 + 7,4 . 1156 = 54 612

im Feuerraume:

22,8 . 3007 + 7,4 . 9365 + 2,2 . 3088 = 144 684

199 296.

Setzen wir zunächst, wie vorhin, den Fall voraus, wo man dem Luftregenerator das Maximalquantum der Verbrennungsproducte zuführt, die er nützlich regeneriren kann.

Von den 240,3 Vol. Verbrennungsproducte haben nach Abzug der 20 pCt. nur 192,2 einen wirklichen Nutzeffect für die Regeneration. Die 153,2 Luft können davon nach dem Verhältnisse der specifischen Wärme 143,5 regeneriren. So bleiben

*) O = 0,5 compensirt die Zahl 2,9.

**) HO wird in den folgenden Berechnungen als constantes Gas betrachtet.

nur 48,7 Volumen Verbrennungsproducte zum Nutzeffect im Gasregenerator verfügbar, und es ergeben sich hieraus die Zahlen der Colonne 1, Abtheilung B.

Dem gegenüber sind die Zahlen der entsprechenden Colonne 2 in der Voraussetzung aufgestellt, dass der Gasregenerator die Maximalwirkung ausübe und 97,6 Volumen Verbrennungsproducte durchlasse, indem 94,6 durch den Luftregenerator herausströmen.

Sowohl aus praktischen Rücksichten als aus den theoretischen Zahlen erhellt, dass die erste Grenze vortheilhafter ist als die zweite, dass in keinem Falle der Gasregenerator von einem so starken Strome der Verbrennungsproducte bespült werden darf, wie der Luftregenerator, und dass der theoretisch-günstigste Fall derjenige ist, wo mindestens dreimal so viel Verbrennungsproducte durch die Luft- als durch die Gaskammer herausströmen.

Es ist dies um so nothwendiger, als wir eine sozusagen vollständige Abkühlung des Gases vorausgesetzt haben und, wie wir gleich sehen werden, der erwähnte Unterschied um so greller auftritt, als das Gas wärmer ankommt, was sowohl zeitweise bei Anwendung des Hebers, als beständig, wenn er abgeschafft ist, vorkommt.

Mithin muss nicht allein die Luftkammer gröfser als die andere sein, sondern man muss durch angemessene Anbringung von Klappen, welche die Ausströmung der Gase durch die Gaskammer vermindern, ohne die Einströmung zu stören, es erzielen, dass der Strom der abziehenden Gase sich stärker im Luftregenerator bildet als im anderen.

Die Raumvergröfserung ohne Stromverstärkung hat keinen Zweck, und in den meisten Fällen ist die zweite Bedingung allein mafsgebend. Schliefslich muss jeder Regenerator nicht allein solche Gröfsenmafse erhalten, dass sein Cubus auf alle Fälle genügend ist, sondern dass der Stromtheil, der ihn durchführt, einen genügenden Querschnitt für die freie Circulation findet und sich in diesem Querschnitte regelmäfsig vertheilt.

Dass man sich unter solchen Umständen gegen Verstopfung der Luftregeneratoren wehren muss, ist selbstredend.

Die Abtheilung C der Tabelle verstärkt die Wichtigkeit dieser Bemerkungen. Darin ist die Temperatur des Gases zu 500° angenommen, was durchgehends der Fall, wenn kein Heber vorhanden ist. Wenn auch die Erfindung des Hebers einem genialen Gedanken entspringt, und zwar für die Fälle, wo die Generatoren nicht tief genug angelegt werden können, so ist es doch ein unermesslicher Vortheil, ihn abzuschaffen, wo es möglich ist. Abgesehen von geringeren Anlage- und Unterhaltungskosten und von manchen Betriebserleichterungen, sieht man, dass, wenn auch ein Theil der direct gewonnenen Calorien bei gröfserer Erwärmung des Gases für die Regeneration verloren geht, doch ein Nettogewinn übrig bleibt, allerdings bei 500° nur von 2,5 pCt. der ganzen Heizkraft, aber von 4,5 pCt. der im Feuerraume nützlich wirkenden Wärme. Zudem nimmt die Heizkraft im allgemeinen noch zu, weil weniger theerartige Stoffe condensirt werden.

Die Wirkung der Regeneration durch das Gas nimmt dabei so sehr ab, dass man daran denken kann, sie ganz abzuschaffen, wenn besondere Vortheile in die andere Wagschale fallen. Kommen wir z. B. auf Colonne 1 B zurück, die dem vollständigen Siemens'schen System mit Heber entspricht. Schaffen wir Heber und Gasregeneration ab, führen wir dagegen das Gas mit 750° Temperatur ein, so bringen wir direct in die Feuerstelle durch 550° mehr die im anderen Falle regenerirten 17732 Cal., so dass der Effect im Feuerraume genau derselbe bleibt. Die Colonne D der Tabelle giebt in Zahlen das Resultat dieses Verfahrens. Man könnte allerdings dann theoretisch noch immer etwas regeneriren, — nach der Gastemperatur berechnet $4^1/_2$ pCt. — praktisch würde aber der Process unter immer ungünstigeren Verhältnissen vor sich gehen. Die Frage bliebe dann vorbehalten, ob man den Factor, den ich unter der Rubrik »möglich wiederzugewinnen« angeführt habe, und der sich jetzt auf 10,5 pCt. erhöht hat, durch einen Nebenapparat

nutzbringend machen kann, indem man die abziehenden Gase auf 200° abkühlt. Die Hauptsache ist aber, dass man den Nutzeffect nicht vermindert hat, und dass man dabei die Anlage wesentlich vereinfachen und manche Uebelstände vermeiden kann, unter anderen die oben erwähnte Unregelmäfsigkeit der mittleren Temperatur im Feuerraume, die bei jedem Stromwechsel aus dem näher angegebenen Grunde eintritt. Ist die Gasregeneration nicht mehr vorhanden, so wird die Luft immer mit dem Maximum der Calorien, die sie auffangen kann, und daher mit einer regelmäfsigen Temperatur von 1300° in den Ofen treten. Es gehört dazu nur eine genügende Elasticität des Regulators, ich meine damit, eine genügende Ausdehnung der Regenerativkammern. Dann stellt sich das System, bezüglich der Gleichmäfsigkeit seiner Wirkung, dem Recuperativsystem gleich, abgesehen von seinen übrigen Vortheilen dem letzteren gegenüber.

Eine Temperatur von 750° kann dem Gase leicht beibehalten werden, wenn kein Heber vorhanden ist, und umgekehrt ist die Abschaffung des Hebers dadurch erleichtert, dass infolge der Beseitigung des Gasregenerators die Bewegung des Gases nach dem Ofen keinem so starken Widerstande begegnet.

Auch kann man die Temperatur des Gases noch erhöhen, z. B. unter dem Gefäfse des Ofens, zu dessen Abkühlung man doch oft Wasser oder Luft braucht, deren Wärme man ohne weiteres verliert.

Bei der Temperatur von 750° für das Gas wird man allerdings auf den periodischen Wechsel des Gasstromes, wenigstens vermittelst Gussklappen, verzichten müssen. Beim Recuperativsystem mit gleichbleibendem Strom ist aber diese Wärme sehr vortheilhaft, und dadurch erklärt sich, dass manche Techniker die Gasregeneration abgeschafft haben.

Die bestehenden Siemens'schen Einrichtungen bleiben jedoch von der Anwendung sehr warmer Gase durchaus nicht ausgeschlossen und lassen sich, wie ich es nächstens an einem neuen Apparate nachweisen werde, mit grofsem Vortheile so umgestalten, dass man die 4 Regenerativkammern in 2 Paare Luftkammern mit Stromwechsel umwandelt und das Gas in gleichbleibender Richtung ankommen lässt.

In diesem wie im vorhergehenden Falle regenerirt die Luft 61 787 Cal., indem die abziehenden Gase zu 1500° ihm 95 430 bieten; nach der Berechnung des Unterschiedes entweichen daher die Verbrennungsproducte im Fuchse mit einer Temperatur von 530°. Es ist für die Luftwechselklappe, wenn eine solche vorhanden ist, keine gefährliche Wärme, um so weniger, als da keine Gefahr vorliegt, wie bei den Gasklappen, dass durch Undichtigkeit ein beträchtliches Quantum des Brennmaterials um die Klappe herum brenne und daher theilweise sich im Kamine verliere und theilweise das Gas an Kohlensäure bereichere.

Nach den verschiedenen Mittheilungen, die mir gemacht worden sind, beobachtet man in der Praxis eine Temperatur, die einem kaum röthlichen Aussehen der abziehenden Gase entspricht, somit nach der Pouillet'schen Scala von 525°. Ich bin daher berechtigt, anzunehmen, dass obige Berechnungen auf gesunder Basis beruhen.

Vorstehendes kann man daher folgendermafsen zusammenfassen:

Vergleicht man die Colonnen B 1, C I und D, so erkennt man, dass das System der Regeneration durch die Luft allein im ungünstigsten Falle dem vollständigen Siemens'schen System wenigstens gleich steht und dem Doppelregenerativsystem ohne Heber sowie dem Recuperativsystem mit zwei Recuperationen theoretisch um eine unbedeutende Anzahl Procente nachsteht, dagegen praktisch allen diesen Systemen vorzuziehen ist.

Schliefslich bemerke ich noch, dass, selbst wenn die Luft allein regenerirt, diese Regeneration an Calorien 56 pCt. des wirklichen Effectes des Brennmaterials im Feuerraum ausmacht, und die theoretische Verbrennungstemperatur, unter Vorbehalt der Wirkung der Dissociation, in der Praxis von 2100° auf 2900° erhöht.

Es ist daher geradezu unbegreiflich, dass sich noch jetzt hier und da Techniker finden, die auf die Regeneration nicht das gebührende Gewicht legen.

Die vorhergehenden einfachen Zahlen beweisen besser als jede Lobpreisung die ungeheure Tragweite der Erfindung, die den Namen Siemens weltberühmt gemacht hat.

Hydraulische Schacht-Caps.

D. R.-P. No. 16971.

Die auf Textblatt 4 dargestellten hydraulischen Schacht-Caps haben den Zweck, das aufsitzende Fördergerippe in den Schacht hinunterlassen zu können, ohne das bei allen bisher in Gebrauch befindlichen Caps nothwendige Abheben von denselben. Diese Caps bestehen im wesentlichen für ein Fördertrumm aus vier mit Stopfbüchsen und Plungern versehenen Plungerröhren *e*, welche durch schmiedeiserne Röhren *f* mit einander verbunden sind. Jeder Plunger ist mit einem Doppelhebel *g* versehen, welcher seinen Drehpunkt im Plunger selbst hat und um den Bolzen *h* drehbar ist. Das eine Ende des Doppelhebels greift unter die fest verlagerte Axe *I* und das andere Ende bildet den Stützpunkt für das Fördergerippe.

Die Aufwärtsbewegung der Plunger mit den Doppelhebeln wird durch den Accumulator *K* besorgt, welcher ebenfalls durch ein Rohr mit obigen Plungerröhren in Verbindung steht und durch den Hahn *l* von ihnen abgesperrt werden kann.

In der höchsten Stellung der Plunger und wenn das Gerippe aufsitzt, Fig. 3, ist der Hahn *l* geschlossen. Soll das Gerippe abwärts gehen, so wird zunächst durch den Signalgeber der Hahn *l* mittelst der Kurbel *m* geöffnet und dann dem Maschinenwärter das Signal zum »Hängen« gegeben. Das Gerippe drückt alsdann durch sein Gewicht die Plunger so tief herunter, bis der Doppelhebel *g* in der Stellung Fig. 4 ersteres vorbeilässt. Der Plunger des Accumulators mit der daraufliegenden Belastung hat während dessen eine entsprechend grofse Bewegung aufwärts gemacht.

Ist das Fördergerippe bezw. der Gerippeboden an den Hebeln *g* vorbei, so drückt der Accumulator die vier Plunger wieder in die höchste Stellung zurück und die Hebel *g* nehmen sofort die in Fig. 3 gezeichnete horizontale Stellung wieder ein; hierauf wird der Hahn *l* wieder geschlossen.

Beim Aufgange des Fördergerippes greift der Gerippboden unter das in den Schacht hineinragende Ende der Doppelhebel und bringt dieselben in die Stellung Fig. 5. Sie fallen nun sofort, vermöge ihres Uebergewichtes nach der Schachtseite, wieder in die horizontale Stellung Fig. 3 zurück und das Gerippe setzt sich auf.

Zum Füllen des Apparates und um das etwa durch Undichtheiten der Stopfbüchse und Rohrverbindungen verloren gegangene Wasser wieder ersetzen zu können, ist an der höchsten Stelle, unterhalb des Grundringes, am Plungerrohr des Accumulators eine Füllvorrichtung, bestehend aus einem schmiedeisernen Rohre und einem Absperrhahn, angebracht. Um beim Füllen die Luft entweichen lassen zu können, ist an jeder der Plungerröhren *e* eine Schraube angebracht, welche mit zwei rechtwinklig zu einander stehenden Bohrungen versehen ist.

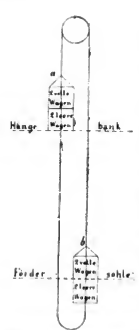
Die hydraulischen Caps haben gegenüber den jetzt überall gebräuchlichen folgende Vorzüge:

1. Dampfersparnis, indem das aufsitzende Fördergerippe sofort abwärts gehen kann, ohne vorher erst von den Caps abgehoben werden zu müssen, wozu jedesmal ganze Cylinderfüllungen erforderlich sind.
2. Das zeitraubende Heben und Senken der Fördergerippe, welches zum Ziehen der Caps erforderlich ist, fällt bei den hydraulischen Caps ganz weg. Dieser Vortheil wird sich hauptsächlich da, wo mit zwei- oder mehretagigen Gerippen gefördert wird, am meisten bemerkbar machen.
3. Schonung der Förderseile und der ganzen Maschine, indem die kurzen Hin- und Herbewegungen der Seilkörbe zum Abheben der Gerippe bei den hydraulischen Caps gänzlich wegfallen und die Maschine stets mit straffem Seile anhebt.
4. Leichtere Handhabung, da der Signalgeber nur eine zweimalige Drehung der Kurbel um 90° vorzunehmen hat.
5. Bei Neuanlagen dürfen die Durchmesser der Dampfcylinder kleiner angenommen werden.

Hydraulische Schacht-Caps.

D.R.P. No. 16971.

Textblatt 4.



Nebige Skizze stellt eine Etagenförderung mit vier Wagen und durchgehendem Hinterseile dar.

Ein Gerippe wiege . . 2000 kg
» beladener Förderwagen 750 »
» leerer » » 250 »
Nutzlast 4 × 500 . . 2000 »

Beim Anhube sowohl wie während des ganzen Treibens hat die Maschine nur die Nutzlast zu heben, da sich Förderseil, Gerippe und Förderwagen ausgleichen.

Sobald *a* auf den Caps aufsitzt, werden 2 volle Wagen abgezogen und 2 leere aufgeschoben, während bei *b* das umgekehrte stattfindet, so dass also beide Gerippe gleich schwer belastet sind. Nun soll eines der beiden Gerippe gehoben werden, während das andere fest aufsitzt. In diesem Falle hat die Maschine zu heben: Fördergerippe + 1/2 Nutzlast + 4 leere Wagen = 2000 + 1000 + 1000 = 4000 kg = der doppelten Nutzlast.

Bei Anwendung der hydraulischen Caps wird für diesen Fall vollständiges Gleichgewicht hergestellt, sowie der mehrerwähnte Absperrhahn geöffnet wird. Die Maschine hat also beim Senken nur die Reibung zu überwinden. Da also bei Anwendung der hydraulischen Caps die Maschine nie mehr als die Nutzlast = 2000 kg, in dem oben angegebenen Falle aber ein Gewicht von 4000 kg zu heben hat, so kann im ersteren Falle auch der nutzbare Kolbenquerschnitt unter sonst gleichen Verhältnissen um 50 pCt. bezw. der Cylinderdurchmesser entsprechend kleiner angenommen werden.

Die oben erwähnten Vorzüge der Einrichtung und deren vortreffliche Wirksamkeit auf dem Mellinschachte ist durch ein ausführliches Zeugnis der Königl. Bergwerks-Direction der Grube Sulzbach-Altenwald bestätigt.

Frantz,
Maschinenmeister der Grube Sulzbach
bei Saarbrücken.

Landwirthschaft.

Construction und Leistung der Häckselmaschinen.

Die Häckselmaschine ist eine der verbreitetsten landwirthschaftlichen Maschinen; sie wird deswegen von grofsen und kleinen Fabriken gebaut und von den Erfindern in reichem Mafse mit Verbesserungen bedacht. Trotz dieser allgemeinen Aufmerksamkeit, welcher sich die Häckselmaschine zu erfreuen hat, gehen doch die Ansichten über die zweckmäfsigste Construction derselben in sehr wichtigen Punkten noch weit auseinander, und es ist deswegen sehr erfreulich, dass in dem laufenden Jahrgange der Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbefleifses unter dem Titel: »Sachliche Würdigung der in Deutschland ertheilten Patente« eine längere Abhandlung über Häckselmaschinen von J. Hofmann, Ingenieur und Hülfsarbeiter im kaiserlichen Patentamte, erschienen ist.

Der Verfasser will nicht nur, wie der Titel vermuthen lässt, die in Deutschland patentirten Häckselmaschinen besprechen, sondern auch ein Bild von den hauptsächlichsten im Gebrauche befindlichen, in anderen Ländern patentirten oder sonst interessanten Häckselmaschinen geben.

Die Abhandlung zerfällt in vier Abschnitte, nämlich:

1. Organe für das Abschneiden des Häcksels;
2. Organe für das Vorschieben des Schneidegutes;
3. Gröfsen, Gewichte und Preise der Häckselmaschinen;
4. Leistungen der Häckselmaschinen.

Wenn auch eine auszugsweise Wiedergabe des Textes und der Zeichnungen nicht beabsichtigt wird, so ist es doch für den Constructeur von Wichtigkeit, die hauptsächlichsten Angaben über Construction und Leistung hier zu erwähnen und sie einer eingehenden Beurteilung zu unterziehen. Bei den Organen für das Abschneiden des Häcksels ist der Verfasser mit Lester und Perels der Ansicht, dass für die von einem Manne bewegten Häckselmaschinen ein Messer am Schwungrade richtiger wäre, als die in der Praxis fast allgemein angewandten zwei Messer. Die Anwendung eines Messers soll ein leichteres Schwungrad möglich machen; eine eingehende Untersuchung zeigt aber, dass nur bei sehr ungeübtem Kurbeldreher und grofser Leergang- und Vorschubarbeit der Maschine die einmesserige Maschine ein etwas leichteres Schwungrad gestattet als die zweimesserige, dass aber in allen anderen Fällen das Schwungrad der zweimesserigen Maschine eher leichter wird, als das der einmesserigen. Nimmt man aber auch diejenigen Fälle an, in welchen man am Schwungrade der einmesserigen Maschine etwas Eisen und Reibung sparen kann, so steht doch diesen kleinen Vortheilen der grofse Nachtheil gegenüber, dass die einmesserige Maschine doppelt so grofsen Maulquerschnitt haben muss, also eine viel gröfsere und theurere Maschine bedingt, ohne dafür einen wirklich nennenswerthen Vortheil zu bieten.

Weiterhin erwähnt der Verfasser bei Gelegenheit der Schnittdauer der Messer das dadurch bedingte Schwungradgewicht und theilt eine Berechnung von Wüst mit, in welcher dieser nachweist, dass das zu leichte Schwungrad namentlich bei Messern mit kurzer Schnittdauer den Mann an der Kurbel zu grofser Geschwindigkeit zwingt, weil er nur so die zum Durchschneiden erforderliche lebendige Kraft im Schwungrade ansammeln kann. Bei wachsender Geschwindigkeit nehmen aber der Druck und die Arbeit am Kurbelgriffe bei gleichbleibender Anstrengung des Mannes rasch ab, so dass die auf den Leergang entfallende und für jede Umdrehung gleich bleibende Arbeit einen weit gröfseren Theil der ganzen Arbeit ausmacht, als bei langsamem Gange. Wie rasch die Nutzarbeit dabei abnimmt, zeigen die Zahlen der nachstehenden Tabelle, die nur deswegen hier gegeben sind, weil man noch vielfach gerade an den Maschinen für einen Mann viel zu leichte Schwungräder findet.

Leistung eines Mannes bei verschiedenen Kurbelgeschwindigkeiten einer Häckselmaschine.

Nummer	Kurbelgeschwindigkeit pro Minute m	Umdrehungszahl der Kurbel pro Minute	Mittlerer Druck des Mannes an der Kurbel kg	Gesammtarbeit des Mannes pro Minute mkg	Leergangsarbeit pro Minute mkg	Nutzarbeit pro Minute mkg	Nutzarbeit in Procenten der höchsten Gesammtarbeit
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	40	20	10,3	412	140	272	57
2	45	22,5	10	450	157,5	292,5	61
3	60	30	8	480	210	270	56
4	75	37,5	6	450	262,5	187,5	39
5	90	45	4	360	315	45	9
6	93,8	46,9	3,5	328,3	328,3	0	0

Für diese Tabelle ist angenommen, dass ein Mann, wie in Zeile 3, bei 60 m zweckmäfsigster Minutengeschwindigkeit einen mittleren Druck von 8 kg auf den Kurbelgriff ausübe. Berechnet man hieraus nach der Maschek'schen Formel [1]) für

[1]) Bezeichnet
v die zweckmäfsigste Geschwindigkeit des Arbeiters,
v_1 eine andere Geschwindigkeit des Arbeiters,
P die Kraft des Arbeiters bei der zweckmäfsigsten Geschwindigkeit und
P_1 die Kraft des Arbeiters bei einer anderen Geschwindigkeit,
so giebt die Maschek'sche Formel für gleiche Arbeitsdauer

$$P_1 = \left(2 - \frac{v_1}{v}\right) P.$$

Nennt man ferner den Unterschied zwischen Gesammtarbeit und Leergangsarbeit Nutzarbeit, und bezeichnet
L die zum Leergange erforderliche Kraft,
P_2 die Kraft, welche der gröfsten Nutzarbeit entspricht und
v_2 die Geschwindigkeit, welche der gröfsten Nutzarbeit entspricht,
so ist

$$P_2 = \left(1 + \frac{L}{2P}\right) P$$

$$v_2 = \left(1 - \frac{L}{2P}\right) P.$$

alle anderen angenommenen Geschwindigkeiten die Drucke wie in Spalte 3, so ergeben sich daraus die Gesammtarbeiten wie in Spalte 4, und wenn man von ihnen die Leergangsarbeiten von 7^{mkg} für die Umdrehung (angefährer Mittelwerth aus 7 Versuchen von Hartig) abzieht, so erhält man die Nutzarbeiten in Spalte 6. Drückt man endlich, wie in Spalte 7, diese Nutzarbeiten in Procenten derjenigen Gesammtarbeit aus, welche der Mann bei der zweckmäfsigsten Geschwindigkeit leistet, so sieht man, dass bei abnehmender Geschwindigkeit die Nutzleistung ihren höchsten Werth erreicht und dann langsam abnimmt, während sie bei zunehmender Geschwindigkeit so rasch fällt, dass sie schon bei $93{,}8^{m} = 0$ wird. Man sieht aus diesen Zahlen, wie nöthig es ist, die Schwungräder so schwer zu machen, dass man auch bei geringen Geschwindigkeiten schneiden kann, ohne stecken zu bleiben.

Bei der Krümmung der Messer weist der Verfasser an einem Beispiele nach, dass man für gleichbleibende Schneidearbeit der Messer bei den einzelnen Theilen des Kurbelweges die noch neuerdings von Perels dafür empfolenen gleichen Schneidewinkel nicht anwenden darf, weil sonst die Arbeit für gleiche Kurbelwege sehr ungleich wird.

Die Organe für das Vorwärtsschieben des Schneidegutes, welche den Tummelplatz der Erfinder bilden, sind eingehend beschrieben und durch 69 Abbildungen erläutert, welche für den Constructeur und den Erfinder jedenfalls ganz besonders interessant sind.

Die Gröfsen, Gewichte und Preise der Häckselmaschinen sind zum gröfsten Theil den Preislisten der Fabrikanten entnommen.

Im letzten Abschnitte von den Leistungen der Häckselmaschinen werden zunächst 10 englische Versuche mitgetheilt, welche nur die Stundenleistungen der Maschinen und die Leistungen pro Pferdekraft und Stunde geben und deswegen für den Constructeur nur geringen Werth haben. Dann werden die Hartig'schen Kraftmessungen an 7 Häckselmaschinen auf der Ausstellung zu Döbeln[1]) mitgetheilt, welche jedenfalls als die besten zu betrachten sind, weil sie nicht nur die Arbeit zum Leergange, sondern auch zum Arbeitsgange bei zweierlei Häcksellängen geben und überdies genügend viele Angaben über die Maschinen selbst enthalten, um Schlüsse auf den Einfluss einzelner Vorrichtungen auf die Triebkraft zu gestatten.

Hartig selbst zieht aus seinen Beobachtungen diese Schlüsse, indem er zunächst unter gewissen Voraussetzungen berechnet, wie der Leergang, das Schneiden und das Vorwärtsschieben zur Gröfse der ganzen Triebkraft beitragen. Dabei ergiebt sich die Leergangsarbeit unmittelbar aus der Messung; die Arbeit zum Schneiden für jeden Schnitt ist proportional der Auflage, d. h. dem für ein Meter Länge in der Lade liegenden Strohgewichte angenommen, und die Arbeit zum Vorwärtsschieben nur proportional der Häcksellänge. Es ergiebt sich auf diese Weise aus den Hartig'schen Versuchen die erforderliche Triebkraft für eine Häckselmaschine zu

$$N = \frac{n}{4500}\left(\alpha + \beta a + \gamma S\right),$$

worin

N die Pferdestärke,
n die Anzahl der Schnitte in der Minute,
α^{mkg} die Arbeit zum Leergange während eines Schnittes,
β^{mkg} die Arbeit zum Schneiden für einen Schnitt und 1^{kg} Auflage,
a^{kg} die Stärke der Auflage,
γ^{mkg} die Arbeit zum einmaligen Vorschieben von 1^{mm} Länge,
S^{mm} die Länge des Häcksels, bezw. des Vorschiebens.

Hartig fand aus seinen Messungen

$\alpha = 1{,}7$ bis $4{,}41$ im Mittel $= 3{,}81$
$\beta = 0{,}99$ » $4{,}20$ » » $= 2{,}76$
$\gamma = 0{,}17$ » $1{,}29$ » » $= 0{,}51$.

Hofmann weist nun nach, dass es unrichtig ist, die Arbeit zum Vorschieben nur proportional dem Vorschieben zu setzen, weil diese Arbeit jedenfalls wächst, wenn die Auflage stärker, das in der Lade liegende Stroh länger und die

[1]) Hartig, Versuche über Leistung und Arbeitsverbrauch von Futterschneidemaschinen, Schrotmühlen u. s. w. Leipzig 1878.

Pressung im Maule und den Walzen gröfser ist. Hofmann setzt deswegen statt γS in die Hartig'sche Formel den Ausdruck $\gamma S a l p$, wobei aufser den schon oben erklärten Bedeutungen für S und a

l^{m} die Länge des zu bewegenden Strohes in der Lade und
p^{kg} die Maulpressung bezeichnet.

Mit dieser abgeänderten Formel berechnen sich natürlich β und γ etwas anders als nach der Hartig'schen. Da aber Hofmann die Werthe für l und besonders für p nicht zu Gebote standen, so sind auch seine berechneten Werthe von β und γ schwerlich richtig.

Es lässt sich zwar nicht läugnen, dass die Arbeit des Vorschiebens den von Hofmann angegebenen Factoren proportional ist, aber die Werthe l und p gehören jedenfalls nicht in die Formel, weil sie Eigentümlichkeiten der Maschine sind, deren Einfluss gerade im Werthe von γ gezeigt werden soll, während die Auflage nicht nur von der Maschine, sondern namentlich auch von der Willkür des Einlegers abhängig ist, also berücksichtigt werden muss.

Hartig hat mit seinen aus den Versuchsergebnissen abgeleiteten Werthen durch Einsetzen in seine Formel für gleiche Schnittzahl, gleiche Häcksellänge und gleiche Auflage die erforderliche Pferdekraft für jede Maschine und daraus die Leistung pro Pferdekraft und Stunde berechnet, und dabei bei einer Guillotinenhäckselmaschine weitaus die höchste Leistung gefunden. Dieses Resultat ist so unwahrscheinlich, dass Perels es zwar nicht geradezu zu widerlegen, aber doch dadurch als praktisch unrichtig darzustellen sucht, dass er darauf hinweist, wie die von Hartig angenommenen 260 Schnitte in der Minute bei gewöhnlichen Häckselmaschinen nur 130, bei der Guillotinenhäckselmaschine aber 260 Umdrehungen in der Minute erfordern und dadurch letztere Maschine rasch ruiniren. Aus diesem Grunde hält Perels einen Vergleich dieser Maschine mit den gewöhnlichen für unzulässig, während Hofmann, dem Hartig'schen Rechnungsgange folgend, mit seiner Formel zu zeigen sucht, dass die Guillotinenhäckselmaschine den anderen thatsächlich gar nicht überlegen sei. Abgesehen davon, dass die von Hofmann zu Grunde gelegten Zahlenwerthe, ebenso wie seine Formel, keinen Anspruch auf vollständige Richtigkeit machen können, begeht Hofmann auch denselben Fehler wie Hartig, indem er für zwei verschieden grofse Maschinen gleiche Auflage für zulässig erachtet. Will man aber allen Maschinen gerecht werden, so muss auch bei jeder Maschine für ihre gröfste, zulässige Auflage gerechnet werden; rechnet man dagegen für eine mittlere Auflage, welche die kleinste Maschine vielleicht gerade noch fassen kann, welche aber das Maul der gröfsten Maschine nur zur Hälfte füllt, so ist die Leergangarbeit der grofsen Maschine im Vergleiche mit der kleinen ums doppelte zu hoch, weil man sie nicht ihrer Leistungsfähigkeit entsprechend arbeiten liefs. Hofmann hat das Gefühl, dass auch seine wie die Hartig'sche Berechnung die grofsen Maschinen benachtheilige und erörtert deswegen noch die Frage, ob man den Werth α der Leergangsarbeit nicht mit dem Maschinengewichte oder sonstwie veränderlich machen sollte, was richtig durchgeführt zu demselben Ergebnisse führen würde, wie die oben erwähnte Anpassung der Auflage an den Maulquerschnitt.

Zum Schlusse berechnet Hofmann auch noch für Wüst-sche Kraftmessungen an einer Häckselmaschine die Werthe von α, β und γ nach seiner Formel und hebt dabei mit Recht hervor, dass die Auflage, wie sie Hartig in Rechnung stellt, bei Concurrenzen den Vorzug vor der von Wüst angewandten Schnittfläche (Maulquerschnitt) verdient. Es ist aber dabei nicht zu übersehen, dass man mit Angabe der Schnittfläche ein deutliches Bild von der Füllung der Maschine hat und für Vergleiche auch leicht aus Schnittzahl, Häcksellänge und Häckselmenge die Stärke der Auflage berechnen kann, während man umgekehrt bei blofser Angabe der Auflage kaum wissen kann, wie weit die Leistungsfähigkeit der Maschine in Anspruch genommen war. Es ist deswegen für vergleichende Versuche wünschenswerth und zur Umrechnung auf die gröfste Leistungsfähigkeit auch erforderlich, das Verhältnis von Auflage zu Schnittfläche für jede Maschine zu bestimmen.

A. W.

Bergbau.

Betriebsresultate mit der Brandt'schen Drehbohrmaschine zu Bleiberg in Kärnthen. Ueber dieselben macht Bergmeister S. Rieger in der Oesterreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, 1882, No. 4, Mittheilungen. Im Jahre 1880 kam die Maschine im 7. Laufe nach West der Grube Antoni im festen erzführenden Triaskalk bei der Auffahrung zur Anwendung. Das Ort durchfuhr die ihm entgegenfallenden Schichten unter 55° gegen ihre Streichungsrichtung. Der Betrieb geschah in Schichtlohn, und es stellten sich dabei die Auffahrungskosten für 212,9ᵐ Ortslänge auf 7654 Fl. 84 Kr. oder pro Meter Ortslänge auf 35 Fl. 95 Kr. In diesen Kosten entfallen 77 pCt. auf Material, 4 pCt. auf Schmiedekosten, 19 pCt. auf Arbeitslöhne. Im Jahre 1881 wurde dieselbe Gezeugstrecke nach Ostern in demselben Kalke, der einzelne sehr feste Partien, sogenannte Gangschwarten, enthielt, unter einem Winkel von 18° gegen das Streichen der Schichten im Gedinge von 33 Fl. im Mai und 34 Fl. im Juni pro Meter aufgefahrene Ortslänge getrieben. Infolge des Gedinges und der gröfseren Schulung der Arbeiter stellten sich die Kosten, ohne Berücksichtigung der Gezähe-Abnutzung, um 10 pCt. niedriger. Die Zeit einer Bohrschicht. welche umfasste das Anbohren des Ortsquerschnittes mit durchschnittlich 7 Löchern von 72ᵐᵐ Durchmesser und 34,8ᵐ Tiefe (gegen 26,6ᵐ in 1880), das Abthun der Schüsse und Beräumen des Ortes, das Versetzen der Spannsäule und Aufrüsten der Löcher, war dabei in 8 Stunden unter 6 Stunden effectiver Arbeitszeit gefallen. Daher beschloss man, um eine gröfsere Leistungsfähigkeit zu erzielen, statt drei 8stündige vier 6stündige Schichten zu versuchen, was auch probeweise an drei Tagen hinter einander, dem 29., 30. September und 1. October sowie am 18. October geschah. Das Resultat ergab folgenden Zeitverbrauch: für Bohren von 7 Löchern 2 Std. 28 Min., für Schiefsen 44 Min., für Beräumen oder Schutten 2 Std. 3 Min., so dass in 6 Stunden noch 45 Min. zum Auf- und Abfahren der Maschine, Aufrüsten, Ausspritzen des Ortes nach dem Schiefsen u. s. f. übrig blieben. Durch die raschere Arbeit in 4 Schichten wurde eine tägliche Ortsauffahrung von 2,2, 2,2, 2,5 und 2,2ᵐ oder durchschnittlich 2,275ᵐ erreicht bei einer durchschnittlichen Lochtiefe von 0,69, also um 25 pCt. höher, als bei drei 8stündigen Schichten, welche in 31 Betriebstagen von 92 Schichten nur 50,5ᵐ oder 1,62ᵐ Ortserlängung pro Tag ergaben. Die bedeutende Leistungsfähigkeit der Brandt'schen Maschine wurde daher erst in 4schichtigem Betriebe voll ausgenutzt. Uebrigens würde sich durch Veränderung des Ortsquerschnittes und Anwendung von 1ᵐ tiefen Löchern das Resultat noch günstiger haben gestalten lassen, sicher bis über 3ᵐ Auffahrung täglich. Zu bemerken ist noch, dass der Sprengstoff-Consum von Nobel's Dynamit I und Lambrechter Rhexit durchschnittlich 15,65ᵏᵍ pro Meter Auffahrung betrug. Brüche kamen nur an den am stärksten der Abnutzung ausgesetzten Gezähstücken vor, so am Bohrkopfe, an den Gestängestücken und Steuerungskolben, und verursachten bei Auffahrung von 224,7ᵐ Ortslänge einen Kostenaufwand von etwa 100 Fl.

Nasser Luftcompressor von Richter und Paschke. Ueber denselben findet sich in der Oesterreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, 1882, No. 5, eine Nachricht von Prof. H. Undeutsch in Freiberg, der wir das folgende entnehmen. Auf der Steinkohlengrube Bockwa-Hohndorf Vereinigtfeld bei Lichtenstein in Sachsen erreichte man 1877 bei 860ᵐ mit einem neuen Schacht ein Kohlenflötz bei einer Schachttemperatur von 44 bis 46° C., welche verminderte Leistungsfähigkeit und Erkrankung der Arbeiter verursachte. Deshalb projectirte der Director Richter eine Ventilation durch Zuführung von gekühlter Luft, was sich durch Anwendung nasser Compressoren erreichen liefs. Zu diesem Zwecke wurde zuerst an das Princip der nassen Compressoren der Maschinenbau-Gesellschaft »Humboldt« in Kalk bei Cöln gedacht, doch zeigte sich, dass für das erforderliche Luftquantum von 20ᶜᵇᵐ pro Minute die Gewichte und Widerstände der Anlage sehr grofs ausgefallen wären. Er construirte daher einen Apparat nach dem Principe des Harzer Wettersatzes, der sich von diesem im wesentlichen nur durch die Anordnung einer Stopfbüchse unterscheidet, welche den Tauchcylinder wie einen Plungerkolben gegen den Wassercylinder mit Doppelwand, in welchem er sich auf und nieder bewegt, abdichtet. Zur Abkühlung der Luft in der Compressionsperiode wird kaltes Wasser in den Doppelcylinder eingespritzt. Die Luft wird zunächst durch die inneren Wandungen des Wassercylinders, dann noch dadurch abgekühlt, dass sie durch eine über den Druckventilen stehende Wassersäule hindurchgedrückt wird, ehe sie in den Windkessel und die Schachtleitung gelangt. Die Maschine ist in der Fabrik von Paschke in Freiberg als Zwilling gebaut und auch auf den Gruben Pluto bei Gerstdorf und Brückenberg bei Zwickau eingeführt und giebt einen Wirkungsgrad von 0,93, selbst bei Geschwindigkeiten bis 1,6ᵐ in der Secunde, wenn genügend Wasser zugeführt wird. Die Anschaffungskosten dieser wenig Kraft absorbirenden Maschine sollen etwa ²/₃ der eines Humboldt-Compressors von gleicher Leistung betragen.

Selbstthätiger und vom Förderseil unabhängiger Schacht-Hängebank-Gitterverschluss von Wischnowski. Dieser von Wischnowski auf dem Spes-Schachte der Friedrichsgrube bei Tarnowitz in Schlesien eingeführte Schachtverschluss unterscheidet sich von den bisher üblichen, durch die Förderschale beim Aufgehen gehobenen und beim Niedergehen gesenkten Gitterthüren dadurch, dass diese Bewegung durch ein besonderes Seil geschieht, das sich an der Seilkorbwelle auf- und abwickelt. mittelst einer an ihrem Ende angebrachten flachgängigen Schraubenspindel, welche die Fortsetzung der Seilkorbwelle bildet. Auf dieser Schraubenspindel, deren Gangzahl und Ganghöhe von den localen Verhältnissen abhängt, sitzen einige Umgänge von einander entfernt zwei gleich grofse, ganz aus Schmiedeisen gefertigte Seilscheiben von bestimmten, der Hubhöhe des Gitters entsprechenden Durchmessern. In ihren Naben sind der Schraube entsprechende Muttern so ausgedreht, dass die Scheiben lose auf der Spindel ruhen, ihrer Drehung also für gewöhnlich nicht folgen, sondern nur eine fortschreitende Bewegung nach der einen oder anderen Richtung erleiden. An dem Kranze jeder dieser Scheiben ist ein entsprechend starkes Drahtseil befestigt, welches über Leitrollen zum Schachte führt und mit dem Verschlussgitter verbunden ist. Die Seitenverschiebung der beiden Seilscheiben auf der verlängerten Seilkorbwelle wird durch Stellringe, die ebenfalls mit Muttern versehen sind, nahe an den Enden der Schraubenspindel begrenzt. Sobald sich die Nabe der einen oder anderen Seilscheibe je nach der Drehungsrichtung der Welle dem ihr zugehörigen Stellringe nähert, was in dem Augenblicke der Fall ist, wenn die aufgehende Förderschale der Hängebank nahe gekommen ist, wird der fortschreitenden Bewegung der Scheibe Einhalt gethan und letztere nimmt nun infolge der Friction zwischen Nabe und Stellring an der Drehbewegung Theil, wodurch sich das Verbindungsseil aufwickelt und das Gitter hebt. Die zweite Scheibe setzt inzwischen ihre Seitenbewegung fort und lässt das Trum des niedergehenden Förderkorbes geschlossen. Bei entgegengesetzter Drehungsrichtung senkt sich das Gitter sofort herab, und beide Scheiben verschieben sich entgegengesetzt der früheren Richtung, bis sich am zweiten Stellringe derselbe Vorgang für das zweite Fördertrum wiederholt. Wischnowski hat an diesem Apparate auch einen selbstthätigen Signalhammer angebracht, der im geeigneten Momente durch drei am Rande jedes Scheibenkranzes angebrachte Warzen 3mal gehoben und auf ein Stahlblech fallen gelassen wird, um dem Maschinenwärter anzuzeigen, statt der sonst üblichen Glocke, dass der Zug seinem Ende nahe ist. So sinnreich auch diese Einrichtung ist, so scheint sie uns doch für den so einfachen Zweck zu complicirt und am wenigsten anwendbar zu sein, wenn, was beim Steinkohlenbergbau so oft vorkommt, dieselbe Maschine bald nach einander aus mehreren Sohlen fördern soll. (Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 1882, No. 7.)

Zur Statistik der Förderseile. Seit die Seilfahrung in den tiefen Gruben Preufsens freigegeben ist, ist es von ganz besonderer Wichtigkeit, dass die Förderseile in jeder Beziehung zuverlässig sind; deshalb ist seit 1872 im Bezirke des westfälischen Oberbergamtes zu Dortmund eine Statistik der Schachtförderseile geführt worden, welche bis Ende 1881 die folgenden Resultate aufgewiesen hat.

Jahr	Zahl der Gruben, welche beobachtet	Bandseile von				Rundseile von		Schachtseile überhaupt
		Gussstahl	Eisen	Aloë	Hanf	Gussstahl	Eisen	
1872	59	1	28	9	1	6	69	114
1873	76	1	26	9	0	23	97	156
1874	92	4	30	14	2	42	106	198
1875	97	8	23	5	4	74	112	226
1876	91	11	11	6	1	85	103	217
1877	85	17	10	3	0	81	67	178
1878	90	28	3	5	0	102	64	202
1879	78	23	3	3	0	99	44	172
1880	79	19	2	8	0	106	35	170
1881	76	20	6	1	0	97	41	165
	823	132	142	63	8	715	738	1798

davon sind in den 10 Jahren 1798 Schachtförderseile abgelegt und während des Betriebes plötzlich von

Bandseilen	Gussstahl	132,	gerissen	14	oder	10,60	pCt.
	Eisen	142,	»	17	»	11,98	»
	Aloë	63,	»	6	»	9,52	»
	Hanf	8,	»	0	»	0	»
Rundseilen	Gussstahl	715,	»	29	»	4,06	»
	Eisen	738,	»	91	»	12,33	» .

Hiernach zeigen sich die Rundseile und Bandseile aus Eisen am unzuverlässigsten, die Rundseile aus Gussstahl am besten, abgesehen von denen aus Hanf, weil man deren Schadhaftigkeit leichter beobachten kann; dass die Gussstahl-Bandseile aber noch schlechter als diejenigen aus Eisendraht sind, kann wohl nur darin begründet sein, dass die neben und auf einander genähten Rundseile so befestigt sind, dass sie ungleichmäfsig in Anspruch genommen, d. h. einseitig gedehnt werden, was bei den einfachen Stahl-Rundseilen viel weniger der Fall ist. Das Verhältnis von bezw. 4,06 pCt. und 11,98 pCt. ist doch zu sehr in die Augen springend; die Schwäche beruht offenbar auf einer fehlerhaften Fabrikation der Stahl-Bandseile, die sonst gerade die allergröfste Sicherheit bieten müssten. (Nach Glück auf, 1882, No. 45.)

Ueber Grubenventilation hielt Ingenieur C. Pelzer im Vereine technischer Grubenbeamten in Dortmund, veranlasst durch die verderbliche Wetterexplosion auf Zeche Pluto bei Wanne, einen Vortrag, der die mafsgebenden Grundsätze kurz erläutert. Durch die Ventilatoren, welche heute meistens üblich sind, wird ein continuirlicher Luftstrom dadurch erzeugt, dass die Luft an ihrer Peripherie durch die Centrifugalkraft fortgeschleudert wird, wodurch in ihrer Mitte eine Luftverdünnung oder Depression entsteht, welche neue Luft aus dem Wetterkanale ansaugt. Ist die Zuführungsöffnung zu diesem Saugraume sehr verengt, so wird die Depression in demselben verhältnismäfsig grofs, und umgekehrt; sie würde ihr Maximum bei völligem Abschlusse des Saugraumes erreichen. Die Depression im Ventilator ist aber allein die Kraft, welche die Wetter durch die Grubenbaue saugen kann und aus Gründen des Effectes und der Oekonomie soll dieselbe mit der geringsten Maschinenkraft dauernd erhalten werden. Da es bei der Grubenventilation darauf ankommt, ein möglichst grofses Luftquantum zu entfernen, so muss dasselbe zu dem Saugraum einen möglichst weiten Zugang haben, folglich kann auch die Gröfse der Depression nur gering sein. Um dieselbe aber dennoch wirksam zu machen, kommt es darauf an, dass die bewegten Luftmassen auf ihrem Wege möglichst geringen Hindernissen begegnen, die z. B. bei engen Strecken mit Thürstockzimmerung und grofser Geschwindigkeit des Wetterzuges enorm werden. Beispielsweise würde eine solche Strecke von 4qm Querschnitt, 1000m Länge und 1200cbm Luft in der Minute einen Kraftaufwand von 133 Pferdekr. beanspruchen, der aber auf 43,3 fällt, wenn dieselbe Strecke 6qm Querschnitt hat, also die Geschwindigkeit des Stromes verringert wird. Für grofsen Nutzeffect sind daher erforderlich: weite Strecken mit glatten Stöfsen und mäfsige Geschwindigkeiten. Aus diesem Grunde ist für eine gute Ventilation auch das Vorhandensein von zwei Schächten erforderlich, von denen einer zum Einziehen, der andere zum Ausziehen der Wetter dient, da ein einziger Schacht mit 2 Trummen nicht für beide Zwecke genügen kann. Sollen grofse Geschwindigkeiten erzeugt werden, so müssen, da die Depression mit

dem Quadrate der Geschwindigkeit zunimmt, sehr grofse Depressionen hergestellt werden, was am vortheilhaftesten durch 2 bis 3 Ventilatoren geschehen könnte, von denen einer dem anderen zuarbeitet. Für grofse Grubengebäude wird es überhaupt zweckmäfsig sein, die erforderliche Anzahl von Ventilatoren in denselben zu vertheilen. Sehr unzweckmäfsig ist es aber, abgelegene Punkte, zu deren Ventilirung ein wenn auch nur wenig erheblicher Spannungsunterschied nöthig ist, in den Hauptwetterstrom einzuschalten, weil eine solche Wetterbremse die gesammte Ventilation schädigt. Für solche Zwecke müssten daher Handventilatoren oder solche mit kleinen Motoren angewendet werden. Als Ventilatoren der letzteren Art werden die Pelzer'schen Schraubenventilatoren empfolen, die bei Petri und Hecking in Dortmund gebaut werden; als Motoren kleine Turbinen für hohen Druck oder der Wassermotor von A. Cremer in Hörde. Auf dem 700m tiefen und sehr heifsen Brückenberg-Schachte bei Zwickau ist die Aufstellung eines unterirdischen Schraubenventilators von 1qm Querschnitt mit comprimirter Luft als Betriebskraft beabsichtigt und soll eventuell Nachfolge finden. (Glück auf, 1882, No. 40.) G.

Brückenbau.

Die Rochbrücke in Berlin, eine der ältesten gusseisernen Bogenbrücken, zeigte die aufsergewöhnliche Formänderung einer seitlichen Ausbiegung, welche mit einiger Wahrscheinlichkeit durch die bekannte Erscheinung des Wachsens oder Quellens des Gusseisens erklärt wird. Technische Sachverständige bezeichneten den Zustand als »bedrohlich« und erklärten sofortige Abhülfe für geboten. Baumeister Nissenius berechnet nun an unten genannter Stelle die Spannungen, welche in den Bogenträgern infolge dieser Deformation auftreten, und kommt zu dem Schlusse, dass allerdings diese Beanspruchungen recht bedeutend sind, jedoch die Gefahr des Einsturzes noch nicht vorlag. Referent kann diese Ansicht nicht theilen.

Hr. Nissenius ermittelt zunächst die infolge der seitlichen Ausbiegung in der unbelasteten (auch vom Eigengewicht befreiten) Brücke auftretenden Spannungen. Diese Rechnung ist durchaus correct durchgeführt. Sodann wird aber die Annahme gemacht, dass Lasten, welche auf den Bogen einwirken, diesen gerade so beanspruchen, als wenn die Formänderung nicht vorhanden wäre — und letztere Annahme trifft wohl nicht zu. Die Ausbiegung selbst ist allerdings, abgesehen von dem geringen Verdrehungsmoment, welches infolge des seitlichen Angriffspunktes der Lasten auftritt, für die Rechnung ohne Bedeutung; es muss jedoch die Thatsache berücksichtigt werden, dass, wie die Erfahrung bei diesem Bogen lehrt, ein von den Widerlagern ausgeübter Horizontalschub nicht eine Hebung des Bogenscheitels, sondern eine seitliche Ausbiegung desselben hervorruft. Dadurch wird natürlich die ganze Grundlage der Berechnung eine wesentlich andere. Man übersieht die Verhältnisse am besten, wenn man die Wirkungen der verschiedenen am Träger angreifenden Kräfte gesondert betrachtet. Der Bogen sei einerseits durch Gelenk befestigt, andererseits horizontal verschiebbar. Verticale Lasten werden eine solche Formänderung hervorbringen, dass der Brückenscheitel sich senkt und der bewegliche Endpunkt sich nach aufsen verschiebt, also eine Vergröfserung der Spannweite eintritt. Wird nunmehr eine Horizontalkraft angebracht, welche den Bogen wieder bis zu seiner ursprünglichen Spannweite zusammendrückt, so setzt die gewöhnliche Theorie voraus, dass hierbei eine Verbiegung in der Trägerebene stattfindet, der Bogenscheitel sich wieder hebt und die Biegungsmomente sich demnach in jedem Querschnitte gegenseitig theilweise tilgen. Tritt aber, wie im vorliegenden Fall, ein seitliches Ausbiegen des Bogens ein, so werden sich die infolge verticaler Belastung und die infolge des Horizontalschubes auftretenden Spannungen nicht mehr gegenseitig aufheben; die Beanspruchungen werden also wesentlich ungünstiger. Die Commission, welche den Zustand der Brücke als »bedrohlich« bezeichnete, hatte also doch wohl Recht. (Deutsche Bauzeitung 1882, S. 209.)

Ueber die Alexanderbrücke in St. Petersburg machte Hr. Ingenieur Lembke dem St. Petersburger polytechnischen

Verein einige Mittheilungen. Der Vortragende betont zunächst die für Russland charakteristischen Verhältnisse, welche beim Entwerfen einer Brücke besonders in St. Petersburg berücksichtigt sein wollen, nämlich flache Ufer und großer Temperaturwechsel. In Rücksicht auf den ersteren Punkt sind, falls man aus Gründen des Geschmackes Gitterbalken ausschliefst, fast nur sehr flache Bogenträger verwendbar, welche dann allerdings infolge der bedeutenden Temperaturschwankungen verhältnismäfsig viel Material verlangen. Die Alexanderbrücke hat 5 Oeffnungen, welche mit Bogenconstructionen überspannt sind; an diese schliefst sich linksseitig noch eine kleinere Oeffnung mit drehbarem Brückenträger. Die Spannweiten sind die folgenden:

1 mittlere Oeffnung von $74{,}7^m$, Pfeilhöhe $6{,}57^m$,
2 Oeffnungen von . . . . $65{,}1^m$, » $5{,}38^m$,
2 » » . . . . $53{,}3^m$, » $4{,}05^m$.

Das Verhältnis der Pfeilhöhe zur Spannweite ist also: 1 : 11,3, 1 : 12,1 und 1 : 13,2.

Die Bogenconstruction liegt unter der Fahrbahn, welche nach der Mitte der Brücke hin um etwa 4^m steigt. Die Breite derselben beträgt $23{,}5^m$. Die Fahrbahn ist mit Steinpflaster, die Trottoirs sind mit Steinplatten bedeckt. Das angewendete Constructionssystem ist das eines Bogenträgers mit versteiften Zwickeln. Der Untergurt besteht aus einem doppel-T-förmigen, nach einer Kreiscurve gekrümmten Balken. In jeder Oeffnung sind 13 Hauptträger neben einander angeordnet. Die Fahrbahntafel ist durch Zoreseisen hergestellt; die Trottoirplatten liegen auf Wellblech.

Die Drehbrücke ist einarmig; ihre Durchfahrtsweite beträgt $21{,}3^m$. Es sind 8 Fachwerkträger mit obenliegender Fahrbahn vorhanden; letztere ist in Holz ausgeführt. Der Rollenkranz besteht aus 72 gusseisernen Rollen. Die Pfeiler sind auf Caissons pneumatisch fundirt. Die Temperaturspannungen in den Bogenträgern betragen 24 bis 40 pCt. der Gesammtbeanspruchung. (Protokolle des St. Petersburger polytechnischen Vereines 1880/81, No. 1.)

Ueber die Methode der pneumatischen Fundirungen hielt Hr. Ingenieur Brennecke im St. Petersburger polytechnischen Verein einen äußerst interessanten Vortrag, welcher in ausführlicher Weise, durch Zeichnungen erläutert, an unten genannter Stelle veröffentlicht ist. Der Vortragende, welcher in 14jähriger Praxis mehr als 30 Caisson-Fundirungen ausführte, legt in diesem Aufsatz eine grofse Fülle praktischer Erfahrungen und technischen Wissens nieder. Selbstverständlich kann eine solche Publication nicht im Auszuge wiedergegeben werden. Durch Anführung der verschiedenen Capitelüberschriften sei jedoch der Inhalt des Aufsatzes kurz skizzirt: Construction der Caissons. Versenkung der Caissons. Schachtrohre. Luftschleusen und Förderapparate. Luftpumpen und Luftleitung. Ausfüllung der Caissons. Beleuchtung der Caissons. Wirkung der comprimirten Luft auf den menschlichen Organismus. Kostenvergleichung. Resumé. (Protokolle des St. Petersburger polytechnischen Vereines 1880/81. No. 3, 4 und 5.)

Kr.

Heizung und Lüftung.

In der Zeitschrift für Bauwesen 1882, S. 1 sind die Pläne nebst kurzer Beschreibung des neuen, prächtigen Justizgebäudes in Dresden veröffentlicht; auch der Heizungs- und Lüftungsanlage desselben ist gedacht. Im Mittelgebäude, in welchem die grofsen Sitzungs- bezw. Verhandlungssäle sich befinden, ist Feuerluftheizung verwendet; man erreicht den Luftwechsel (im Winter) theils durch Saugschornsteine, welche mittelst des von den Heizöfen abströmenden Rauches erwärmt werden, theils durch unter Dach mündende, über den Beleuchtungsflammen befindliche Schlotten. Im Sommer wirken diese Einrichtungen natürlich wenig oder gar nicht. Die Flügelbauten sind mit Heifswasserheizung versehen und neben denselben mit Feuerluftheizung, welche lediglich die frische Luft zu erwärmen hat. Bemerkenswerth ist, dass schon im ersten Betriebsjahre 1879/80 sich die Nothwendigkeit häufiger Reinigung der Heizflächen ergab.

Auch die neue königl. geologische Landesanstalt und Bergakademie in Berlin ist mit Feuerluftheizung versehen, und zwar sind nach der Zeitschr. f. Bauwesen 1882, S. 12 im ganzen 14 Oefen vorhanden. Zwei derselben, welche zur Erwärmung der Museumshalle dienen, arbeiten mit umlaufender Luft, die übrigen erhalten frische Luft zugeführt. Die Abführung der Luft aus den Sammlungsräumen erfolgt durch über Dach mündende Schächte vermöge des durch den Temperaturunterschied des Innern gegenüber dem Freien entstehenden Auftriebes. Für die Hörsäle und andere Räume, welche wiederholt von zahlreichen Menschen benutzt werden, sind Saugschornsteine angebracht, welche im Winter durch den von den Heizöfen abziehenden Rauch, im Sommer durch besondere Lockfeuer erwärmt werden. Die Regelung der Heizung erfolgt von den Heizstellen aus, woselbst elektrische Zeichengeber die Temperatur der Räume erkennen lassen.

Eine umfangreiche Abhandlung über die Warmwasserheizung in dem Gebäude der königl. Brandversicherungskammer zu München liefert Prof. Dr. E. Voit in der Zeitschr. für Baukunde, 1882, S. 13. Die Construction der Anlage bietet wenig bemerkenswerthes; von gröfserer Bedeutung ist die Veröffentlichung der mit derselben gewonnenen Versuchsergebnisse.

Dieselben beziehen sich

1. auf die Temperaturvertheilung in den Räumen. Die Heizkörper sind unter den Fensterbänken angebracht und in ausgedehntem Mafse mit Strahlrippen besetzt. Es ergaben sich in wagerechter Richtung innerhalb jedes Raumes nur Temperaturunterschiede bis zu 2^0, in senkrechter Richtung für jedes Meter der Höhe höchstens $0{,}7^0$ C. (bei $-7{,}6^0$ C. im Freien).

2. Temperaturvertheilung im ganzen Gebäude. Auf diese werde ich hier nicht eingehen, da jeder Heizkörper für sich abstellbar bezw. regelbar ist, folglich die Gleichförmigkeit der Temperatur im Gebäude von der mehr oder weniger guten Bedienung abhängt.

3. Feuchtigkeitszustand der Luft. Das Gebäude ist mit einer künstlichen Lüftung nicht versehen; die relative Feuchtigkeit der Luft betrug trotzdem, obgleich nach Angabe des Verfassers die Wände noch nicht völlig ausgetrocknet waren, zwischen dem 13. Januar und 13. Februar 1880 durchschnittlich nur 39 pCt., an einzelnen Tagen nur 33,2 pCt. bei durchschnittlich 84 pCt. der freien Luft. Es fand somit ein bedeutender zufälliger Luftwechsel durch die Poren der Wände u. s. w. statt. Dr. Voit schliefst hieraus auf die Nothwendigkeit einer künstlichen Luftbefeuchtung, obgleich noch nirgend durch Versuche festgestellt worden ist, dass ein geringer Feuchtigkeitsgehalt der Gesundheit der Menschen schadet.

Der zum Schluss gelieferten Effectberechnung lege ich keinen Werth bei, da die hierfür zu benutzenden Erfahrungswerthe zu unverlässlich sind.

Sogenannte Niederdruckdampfheizungen sind seit einigen Jahren mehr und mehr in Gebrauch gekommen. Sie verbinden, zweckmäfsig ausgeführt, den Vortheil der Dampfheizung, von einer Wärmequelle aus umfangreichere Gebäude beheizen zu können, mit der Gefahrlosigkeit der Niederdruckwasserheizung. Meistens gruppirt man die betreffenden Anlagen so, dass das gebildete Niederschlagswasser selbstthätig in den Dampfentwickler zurückfliefst; die Speisepumpe (oder die Wasserleitung unmittelbar) hat alsdann nur das verlorene Wasser zu ersetzen.

Um nun die Schwankungen des Wasserspiegels im Dampfkessel, welche die gesetzlich vorgeschriebene offene Standröhre hervorruft, möglichst zu mildern, hat Adolph Bechem in Hagen (D. R.-P. No. 13773) die Niederschlagswasserröhren nicht unmittelbar mit dem Dampfkessel, sondern mit der erwähnten Standröhre verbunden, durch Wasserverschluss aber das freie Ausströmen des Dampfes verhütet. Sobald der Dampfdruck die Wassersäule des Verschlusses zu heben vermag, wird dieser ausgestofsen und damit dem Dampfe freier Austritt gewährt. Uebrigens sind ähnliche Sicherheitsvorrichtungen auch von anderen ausgeführt.

Bewegung der Gebläse zu Lüftungszwecken. Seit einer Reihe von Jahren betreibt man kleine Flügelgebläse, welche frische Luft in Wohnräume u. dgl. einzudrücken oder verdorbene Luft abzusaugen haben, mittelst Kreiselräder, welche ihr Aufschlagwasser von der Wasserleitung erhalten. Zahlreiche Patente sind auf mehr oder weniger gelungene derartige Anordnungen genommen. Man bringt das Opfer einer dementsprechend theuren Betriebskraft zu Gunsten einer verhältnismäfsig einfachen Anlage, um ein

zusammengesetztes Kanalnetz zu ersparen. Gröfsere Gebläse lassen sich jedoch auf diesem Wege nicht betreiben, weil die Kosten des Betriebswassers, zumal in den meisten Fällen dessen Gefälle nicht voll ausgenutzt werden kann, die zu erzielenden Bequemlichkeiten zu sehr überragen würden. Für diese dürfte die elektrische Kraftübertragung mit Nutzen verwendbar sein, umsomehr, als die nöthigen Leitungsdrähte bequemer und gefahrloser unter oder in die Wandbekleidungen zu legen sind als Wasserzu- und Abflussröhren.

Die bekannte Firma Geneste & Herscher hatte für die vorigjährige Pariser Ausstellung auf dem Gebiete der Elektricität eine dementsprechende Anlage geliefert, welche theilweise beschrieben und abgebildet ist in La semaine des constructeurs, Febr. 1882, S. 414.

»Ueber Luftmischer für Luftheizungen nach E. Kelling's Patent (D. R.-P. No. 12401)« ist die Ueberschrift eines längeren Aufsatzes des Prof. v. Bezold in der Zeitschr. f. Baukunde 1882, S. 202, welcher Beachtung verdient. Derselbe behandelt die bekannte Thatsache, dass die Temperaturunterschiede beheizter Räume um so gröfser ausfallen, je höher die Temperatur der Heizluft ist. Man sucht daher die Luftmenge, welche die Wärme zu übertragen hat, möglichst zu vergröfsern, um im selben Mafse die Lufttemperatur herabzudrücken. Denselben Zweck, welchem in diesem Sinne die bekannten Mischklappen ihr Dasein verdanken, soll der Luftmischer erfüllen und wird ihn erfüllen, da derselbe grundsätzlich und in einer Form sogar constructiv mit der Mischklappe übereinstimmt. Der Unterschied der beiden in Rede stehenden Luftmischer besteht lediglich darin, dass der Bezold-Kelling-sche Apparat in dem betreffenden Zimmer selbst angebracht ist, während die ältere Mischklappe nicht immer hier ihren Platz findet. H. F.

Litteratur.

Die Gasmaschine. Versuch der Darstellung ihrer Entwickelung und ihres Kreisprocesses. Von R. Schöttler. Braunschweig und Leipzig. Verlag von Goeritz und zu Putlitz. 1882. 116 Seiten und 14 Tafeln. ℳ 6,50.

Im Gegensatze zu den bisherigen Veröffentlichungen in Buchform, betreffend die Kleinmotoren, welche die letzteren doch immer nur summarisch behandelten, haben wir im vorliegenden Schriftchen eine Arbeit vor uns, welche nur eine Klasse jener Motoren dem Studium unterzieht, und zwar mit viel Gründlichkeit. Der Verfasser bezweckt, wie er einleitend bemerkt, nicht die Zusammenstellung der veröffentlichten diesbezüglichen Arbeiten, sondern er will eine Arbeit zur Einführung in ein besonderes Kapitel der (beschreibenden und theoretischen) Maschinenlehre, das der Gasmotoren, liefern. Dass die Lectüre des Schriftchens besagten Zweck völlig erreichen lassen wird, unterliegt keinem Zweifel.

Die Arbeit ist in zwei Hauptabschnitte eingetheilt, deren erster beschreibender, deren zweiter theoretischer Natur ist; zwischen beiden ist ein Theil eingeschaltet, der die nothwendigen Gesetze der Thermodynamik und deren Ableitung giebt. Dem Ganzen fehlt leider das Inhaltsverzeichnis.

Im ersten Abschnitte finden wir die Entwickelungsgeschichte der Gaskraftmaschinen vor uns, wenn man mit letzterem Namen die mit Explosionsproducten arbeitenden Motoren bezeichnen will. Die zuerst verwendeten Explosivstoffe, wie Pulver und dergleichen, machten aber bald dem Leuchtgase Platz, und erst nach dessen Einführung begannen sich die zu genanntem Zwecke construirten Motoren naturgemäfs zu entwickeln. Hier sind dann drei grofse Perioden zu unterscheiden, die von Schöttler durch folgende Benennungen kurz und treffend gekennzeichnet werden:

1. Direct wirkende Maschinen ohne Compression des Explosivgemenges.
2. Atmosphärische Maschinen.
3. Direct wirkende Maschinen mit Compression des Explosivgemenges.

Diese drei Systeme, von welchen die ersteren beiden heute nur noch geschichtliches Interesse gewähren, sind in mancherlei verschiedenen Formen zur Ausführung gekommen, und alle diejenigen dieser Formen, die nur einigermafsen zur Bedeutung gelangten, führt der Verfasser in Zeichnung und

Beschreibung in durchaus klarer Weise vor. Aufserdem dienen eingeflochtene Literaturnotizen zur Vervollständigung des gegebenen, so dass die Ausbeute des Lesers aus diesem Theile vorliegender Schrift als befriedigend zu bezeichnen ist. Gute Beschreibungen und sichere Urteile hellen Wirkungsweise und Schwächen vorgeführter Constructionen auf.

Der »von den Zustandsänderungen, welche die permanenten Gase durch die Wärme erfahren,« handelnde Theil bildet die Ueberleitung zum zweiten Hauptabschnitte des Buches. Die Nothwendigkeit dieser Einschaltung lässt sich bestreiten, im Hinblick auf die Reichhaltigkeit unserer Literatur über mechanische Wärmetheorie und besonders inbezug auf die Verbreitung des diesbezüglichen Werkes von Zeuner in technischen Kreisen.

Der zweite Abschnitt handelt in der Hauptsache vom »Kreisprocesse« der Gasmaschinen und enthält folgende Kapitel, die hier angeführt seien, weil dadurch die drei Kapitel des beschreibenden Theiles eine besondere Kennzeichnung erfahren:

1. Die Constanten für Gemische von Leuchtgas und Luft.
2. Der Kreisprocess der Gasmaschinen.
   a) Der Kreisprocess der ohne Compression arbeitenden direct wirkenden Maschinen.
   b) Der Kreisprocess der mit Compression arbeitenden direct wirkenden Maschinen unter Annahme vollkommener Explosion ohne Nachbrennen.
   c) Der Kreisprocess der mit Compression arbeitenden direct wirkenden Maschinen unter Annahme unvollkommener Explosion mit Nachbrennen.
   d) Der Kreisprocess der mit Compression arbeitenden direct wirkenden Maschinen unter Annahme allmählicher Verbrennung.
   e) Der Kreisprocess der atmosphärischen Maschinen.
   f) Vergleich der verschiedenen Kreisprocesse.
   g) Einfluss der Kühlung.
   h) Der wirkliche Kreisprocess der Otto'schen Gasmaschine.

Die diesem theoretischen Theile von Schöttler's Arbeit verliehene Bezeichnung veranlasst uns zur Wiederholung einer Bemerkung, die bereits Grashof in vorliegender Zeitschrift (1868) gemacht hat. In seinem Werke über theoretische Maschinenlehre definirt Grashof wie folgt (Bd. I, S. 79): »Es ist der Fall bemerkenswerth, dass die Zustandsänderung des vermittelnden Körpers ein sogenannter Kreisprocess, d. h. eine solche Zustandsänderung ist, welche den vermittelnden Körper in seinen Anfangszustand zurückführt.« Hieraus ist zweierlei zu entnehmen; erstens, dass der allgemeine Begriff »Zustandsänderung«, der besondere »Kreisprocess« ist, und zweitens, dass für den Kreisprocess das Zurückführen des Körpers auf den Anfangszustand das wesentliche Merkmal ist. Dass dieser Umstand bei Gasmaschinen nicht vorliegt, schon deshalb nicht vorliegen kann, weil während des Kolbenlaufes aus dem eingetretenen Körper ein anderer mit anderen thermischen Eigenschaften gebildet wird, ist zweifellos; mithin erscheint es nur denkrichtig, statt vom Kreisprocesse der Gasmaschine von den in ihr auftretenden Zustandsänderungen zu sprechen. Wenn sich auch die auftretenden Veränderungen des vermittelnden Körpers nahezu vernachlässigen lassen (und das ist zufällig), so darf man eben gegen die angewendete Bezeichnung grundsätzliche Bedenken äufsern.

Ehe Schöttler auf die Zustandsänderungen selbst eintritt, führt er die Constanten für Gemische aus Leuchtgas und Luft an, die er auf Grund der von Grashof gegebenen durchschnittlichen Zusammensetzung des Leuchtgases berechnet. Wie sehr oft die Bestandtheile des Gases aber in ihrer Menge schwanken, zeigt eine uns zufällig zur Hand befindliche Analyse des Gases in Chemnitz; in Volumtheilen ergab sich:

		Grashof	Chemnitz
Butylengas	C_4H_8	2,0	4,9 C_nH_{2n},
Elaylgas	C_2H_4	5,0	
Sumpfgas	CH_4	47,0	36,4
Wasserstoff	H	35,0	51,3
Kohlenoxyd	CO	7,0	4,5
Stickstoff	N	4,0	1,4
Sauerstoff	O	—	0,4
Kohlensäure	CO_2	—	1,1
		100,0	100,0.

Es beweist diese Zusammenstellung eben nur die Nothwendigkeit, bei einer gründlichen Untersuchung eines Gasmotors auch die Gasanalyse vorzunehmen.

Welche Hypothesen liegen nun den Schöttler'schen Untersuchungen zu Grunde? Der Verfasser nimmt an, dass die bei der Explosion stattfindende Volumverminderung zu vernachlässigen sei (dieselbe beträgt in der That nur ungefähr 2 pCt.), dass die Dissociationserscheinungen unberücksichtigt bleiben können und dass man den Cylinder wärmedicht voraussetzen könne. Als Expansionsgesetz nimmt der Verfasser in den allgemeinen Rechnungen die Gleichung:

$$p v^m = \text{Const.}$$

an, ersetzt jedoch bei Zahlenbeispielen den Exponenten m durch k (den Quotienten der specifischen Wärme bei constantem Druck und constantem Volumen), d. h. er lässt die Zustandsänderungen nach der Adiabate vor sich gehen.

Die auf Grund obiger Hypothesen angestellten Rechnungen Schöttler's bilden eine Reihe von Anwendungen der Lehren von den permanenten Gasen. Wenn sich auch nichts wesentlich neues zu Tage gefördert findet, so gebührt doch dem Verfasser das Verdienst, die Vorgänge in allen Systemen von Gasmaschinen in einheitlicher Weise in Untersuchung gezogen und damit, aufser der Möglichkeit eines relativen Vergleiches der verschiedenen Systeme, zugleich eine gewisse Grundlage für weitere Forschungen auf diesem Gebiete geschaffen zu haben.

Hinsichtlich der Erscheinung des Nachbrennens ist noch anzuführen, dass der Verfasser die Erklärung derselben durch Bunsen und Slaby anführt, sich aber der Ansicht des letzteren mehr zuzuneigen scheint. In dem Abschnitte 2g) finden wir die Annahme adiabatischer Expansion verlassen und die künstliche Kühlung in Betracht gezogen und durch diesen Umstand die durch theoretische Entwickelung gewonnenen Ergebnisse nicht unwesentlich umgestaltet. Endlich ist im Abschnitte 2h) ein wirkliches Indicatordiagramm untersucht und sind dessen Ergebnisse mit jenen theoretischen verglichen.

Die Schwierigkeiten, die bei Behandlung des Problems vorliegen, fasst ein Physiker (R. Rühlmann, Handbuch der mechanischen Wärmetheorie II. S. 531) wie folgt zusammen:

»Unter Berücksichtigung der von Bunsen beobachteten Thatsachen folgt, dass es, selbst abgesehen von dem Wärmeaustausche, welcher durch die Wandungen des Cylinders während der Expansion des Gemisches stattfindet, absolut unzulässig ist, anzunehmen, die Expansion finde längs einer adiabatischen Curve statt. Bei sinkender Temperatur und abnehmendem Drucke wird vielmehr durch die verschwindende Dissociation diejenige Wärmemenge nachträglich dem Gase noch zugeführt, welche vorher, unmittelbar nach der Entzündung, nicht entwickelt wurde ..... Der Charakter der Expansionscurve wird überhaupt nur äufserst schwierig theoretisch festgestellt werden können, da während der Expansion ein Theil der durch den stattfindenden chemischen Process entwickelten Wärme zugeführt und anderentheils ein erheblicher Theil der Wärme durch die Cylinderwände entzogen wird und es vollständig unbekannt ist, nach welchen Gesetzen diese Zuführung und diese Ableitung der Wärme stattfindet. Besonders schwierig wird diese Aufgabe dadurch, dass diese Wärmeabgabe gleichzeitig von der Geschwindigkeit abhängt, mit welcher sich der Kolben im Cylinder bewegt.«

Auf Grund des angeführten verbleibt somit nur der Ausweg, das Experiment zu befragen und den Einfluss genannter Umstände durch aus dem Versuche hergeleitete Coëfficienten in Rechnung zu bringen. Dass bei diesbezüglichen Studien die Schöttler'schen Untersuchungen wesentliche Dienste leisten können, unterliegt keinem Zweifel.

Vermisst haben wir die Angabe bereits gelieferter Untersuchungen auf diesem Gebiete; es würden hier Hirn, Schmidt, Grashof, Herrmann, Rühlmann u. a. m. zu erwähnen gewesen sein.

Die Ausstattung des Buchs ist trefflich, sowohl was den Text als was die Tafeln anbetrifft. Wir wünschen der Schrift, die sehr dazu angethan ist, die Wirkungsweise der Gasmaschinen aufzuklären, eine weite Verbreitung in technischen Kreisen. K.

Zuschriften an die Redaction.

Neuere Bremsen.

Geehrter Herr Redacteur!

In der auf unsere Einsendung in Heft 8 dieses Jahrganges erfolgten Erwiderung des Hrn. Ernst, die Stauffer-Mégy-schen Patentaufzüge betreffend, begegnen wir mehreren der Berichtigung bedürfenden Punkten. Aus unserer Angabe über die zwischen einzelnen Theilen in den Centrifugalregulatoren befindlichen Spielräume folgert Hr. Ernst:

»die unbestreitbare Möglichkeit, dass sich die Klötze beim Auseinanderfliegen aufser in radialer auch in tangentialer Richtung verschieben, und diese letztere Wirkung, welche die beabsichtigte Bremsung durch Centrifugalpressung nicht unterstützt, sondern nur störend beeinflussen kann, muss in den Anfangsstadien des Antriebes des Bremsregulators unbedingt eintreten, da aufser der Centrifugalkraft auf jeden einzelnen der losen Sectoren das Eigengewicht einwirkt.«

In eine Discussion über »unbestreitbare Möglichkeiten« beabsichtigen wir nicht einzutreten, sondern müssen uns auf den Boden der Wirklichkeit stellen.

Nachdem mehrere tausend Apparate gebaut sind und bei jedem eine Gleichmäfsigkeit der Bewegung hervorgebracht wird, wie sie besser nicht verlangt und beobachtet werden kann, muss dies als Beweis gelten, dass die von Hrn. Ernst vermutheten störenden Einwirkungen der Spielräume auf die Bewegung nicht existiren, es sei denn, dass man nicht den praktischen Thatsachen, sondern den Raisonnements die Entscheidung überlassen wolle.

Dem ferner von Hrn. Ernst ausgesprochenen Zweifel, ob sich der Stauffer-Mégy'sche Centrifugalregulator als Sicherheits-Fallbremse verwenden lasse, müssen wir eben wohl mit der Thatsache begegnen, dass die Regulatoren sich gerade in dieser Eigenschaft an jedem unserer direct ohne Rädervorgelege wirkenden Patentaufzüge befinden und aufserdem auch in anderen Constructionsformen für denselben Zweck ausgeführt werden.

Auch auf Kurbelwellen mit beim Niederlassen zurückgehenden Kurbeln sind — entgegengesetzt den Ansichten des Hrn. Ernst — die Centrifugalregulatoren verwendbar, da sich die Geschwindigkeit für den Beharrungszustand, wie bereits früher mitgetheilt, je nach Erfordernis vermindern oder vergröfsern lässt. Doch ist hier zu bemerken, dass unsere Construction der Winden mit beim Niedergang stillstehenden Kurbeln um ihrer Vortheile willen ausnahmslos verlangt wird und die jetzt üblichen Geschwindigkeiten lediglich aus der Forderung der Praxis, aufser mit gleichmäfsigem auch mit raschem Niedergange zu arbeiten, hervorgegangen sind.

Mit bekannter Hochachtung

ergebenst

Briegleb, Hansen & Co.

Gotha, 20. September 1882.

Sehr geehrte Redaction!

Der vorstehenden Erklärung der Herren Briegleb, Hansen & Co., dass meine Beurteilung der Stauffer'schen Centrifugalbremse nur ein theoretisches Raisonnement sei, welches durch die praktischen Thatsachen widerlegt werde, halte ich entgegen, dass meine Kritik durch ganz bestimmte praktische Erfahrungen bestätigt wird. Es ist mir bekannt, dass eine Fabrik, die sich längere Zeit mit dem Baue Stauffer'scher Winden beschäftigt hat, mit Rücksicht auf die zu erwartende Abnutzung der Bremsklötze und bei der Nothwendigkeit, zur Beschränkung der Klotzdimensionen ein möglichst schweres Material zu verwenden, anfänglich harte Bleilegirungen zur Anwendung brachte, bis sich herausstellte, dass so sprödes Material durch das Schlagen und Stofsen der Klötze zerbröckelt wurde. Nach weiteren Versuchen erwies sich reines Blei als zweckentsprechender, aber auch hierbei liefsen die nach lebhafterem Gebrauch eintretenden Deformationen und Abrundungen der Klotzecken deutlich die kippenden und schlagenden Bewegungen der Bremsklötze erkennen, welche sich als Folgen der gleichzeitigen Einwirkung der Schwerkraft und der Centrifugalkraft theoretisch voraussagen lassen. Durch möglichste Herabminderung der Klotzspielräume und durch sehr sorg-

fältige Ausführung kann man wohl die unangenehmen Eigenschaften der Stauffer'schen Anordnung beschränken, aber ganz beseitigen lassen sie sich nach meiner Ueberzeugung nicht, so lange man ein Klotzmaterial verwendet, das der Einwirkung der Schwerkraft unterliegt, und so lange Kreissectoren die Eigenschaft bewahren, sich nach aufsen zu erweitern. Wenn trotzdem die Herren Briegleb, Hansen & Co. bei der Herstellung der Stauffer'schen Winden nach ihren Versicherungen ähnliche Erfahrungen nicht gemacht haben, so erlaube ich mir meinen aufrichtigen Glückwunsch zur Ueberwindung der Schwierigkeiten auszusprechen, welche anderen entgegengetreten sind.

Inbezug auf den zweiten Punkt des vorstehenden Briefes der Herren Briegleb, Hansen & Co. bleibt für meine persönliche Erwägung, ob die Stauffer'sche Bremse als Sicherheitsfallbremse geeignet erscheint — ausführbar ist ja alles, und die gegentheilige Behauptung habe ich zurückzunehmen — die Rücksicht mafsgebend, welche Dimensionen und Gewichte der Stauffer'sche Apparat im Verhältnis zum Becker'schen erhält; denn es ist doch wohl für den Nutzeffect eines Aufzuges nicht ganz gleichgültig, wie weit das todte Gewicht der Förderschale durch den eingebauten Sicherheitsapparat erhöht wird.

Mir ist leider der Reibungscoefficient der von Herren Briegleb, Hansen & Co. verwendeten Lederbandagen unbekannt, und ich scheue daher ein neues theoretisches Raisonnement mit sonst üblichen Annahmen; aber soviel glaube ich ohne Gefahr einer Berichtigung behaupten zu können, dass das Verhältnis des Reibungscoëfficienten der Briegleb'schen Lederbandage zum Reibungscoëfficienten für Gusseisen auf Gusseisen nicht ganz das Hebelumsetzungsverhältnis 1 : 11,5 ausgleicht[1], durch welches in der Becker'schen Bremse die Centrifugalkraft der Bremsklötze zur Reibungswirkung gebracht wird; unter sonst gleichen Verhältnissen dürfte also wohl die Stauffer'sche Bremse ein wesentlich gröfseres Klotzgewicht erfordern und hierdurch das todte Eigengewicht der Förderschale praktisch nachweisbar nachtheilig erhöhen. Aus dem bezüglichen Briefpassus entnehme ich im übrigen nur, dass die Einschaltung der Stauffer'schen Bremse in das Triebwerk leichter Aufzugswinden ohne Rädervorgelege der Empfelungsbrief für die Verpflanzung der Bremse in den Fahrstuhl selbst sein soll, und es ist doch ein Unterschied, ob der Regulator in einem festen Gerüst gelagert ist oder als Last an der Winde hängt, und ferner, ob man Dimensionen und Gewichte einer Centrifugalbremse für kleine Lasten oder solche für grofse Lasthemmungen zum Vergleiche heranzieht. Auch die Differenz über den letzten Punkt, die geeignete Verwendbarkeit der Stauffer'schen Bremse für Kurbelwellen mit rückwärts umlaufenden Kurbeln, würde sich ausgleichen, wenn ich die Vorliebe der Herren Briegleb, Hansen & Co. für ins Gewicht fallende Bremsconstructionen theilte.

Mit vorzüglicher Hochachtung

Ad. Ernst.

Halberstadt, im September 1882.

Einige Bemerkungen über Differenz-Indicatoren.

Von P. H. Rosenkranz in Hannover.

Geehrter Herr Redacteur!

Der in Heft 5, Mai 1882, S. 283—87 dieser Zeitschrift vom Ober-Ingenieur Hrn. Prüsmann (Firma Schäffer & Budenberg in Buckau-Magdeburg) beschriebene Doppelindicator veranlasst mich, hier meine Ansicht über Differenz-Indicatoren auszusprechen.

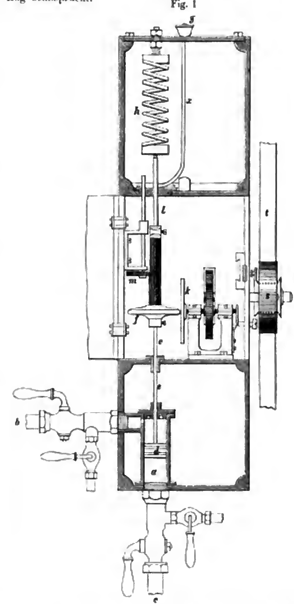
So viel mir bekannt, war der totalisirende Differenz-Indicator von Ashton & Story der erste, welcher sich eine Bedeutung errang und viel von sich reden machte. Dieser Indicator (vergl. Mittheilungen des Gewerbe-Vereines für Hannover, neue Folge, Jahrg. 1873, S. 159, Artikel von Ing. Freese) misst die während einer beliebigen Beobachtungszeit von der betr. Dampfmaschine geleistete Arbeit, registrirt dieselbe zugleich und ist sehr empfindlich gegen alle Kraft- und Geschwindigkeitsänderungen. Man sollte damit also ein vollständiges Bild von der Wirkungsweise der Maschine erhalten, den Kohlenverbrauch pro Stunde und Pferd genau feststellen können u. s. w.

[1]) In meiner Abhandlung ist ein Druckfehler stehen geblieben. Es muss Seite 193, wie aus der Figur sofort ersichtlich, heifsen: $\frac{a}{c} = \frac{b}{c} = \frac{1}{11,5}$, und nicht, wie gedruckt ist = 11,5.

Um uns dieses Instrument wieder ins Gedächtnis zu rufen, erlaube ich mir hier auf die Durchschnittsskizze desselben hinzuweisen, Fig. 1.

Die Einrichtung ist kurz folgende: *a* ist der Indicator-Dampfcylinder, der durch *b* und *c* mit beiden Cylinderenden der Maschine in Verbindung gesetzt wird und so die Differenz der Drücke vor und hinter dem Kolben der Maschine wiedergiebt, bezw. nach Schluss eines Hahnes *b* oder *c* nur den Druck von einer Cylinderseite empfängt. Die Belastungsfeder für den Kolben *d* liegt oben bei *h* und wird auf Druck und Zug beansprucht.

Fig. 1



An der Kolbenstange *e* sitzt das sogenannte Integrationsrad *f* und damit verbunden das lange Trieb *g*, damit bei der verschiedenen Höhenstellung des Kolbens der Eingriff mit Rad *m* immer gesichert ist. Durch irgend einen Bewegungstheil der Dampfmaschine wird deren hin- und hergehende Bewegung auf Rolle *s* und von dort durch Mitnehmer auf die Planimeterscheibe *k* übertragen. Die Bewegungsübertragung erfolgt hier nicht durch eine Schnur, sondern durch einen

festen prismatischen Stab *t*, der mit Reibung (Federdruck) gegen die mit Gummi überspannte Peripherie der Rolle *s* wirkt. Die Planimeterscheibe wird nun in alternative Drehbewegung gesetzt, proportional der hin- und hergehenden Bewegung der Dampfmaschine, und nimmt dabei durch Reibung das Integrationsrad mit. Es ist klar, dass, wenn letzteres die Scheibe *k* genau im Mittelpunkte berührt, keine Drehung derselben eintritt, dass aber seine Umdrehungsgeschwindigkeit immer mehr wächst, je weiter es sich nach der Peripherie der Scheibe *k* hin (plus-minus) entfernt. Diese Bewegung wird nun auf ein in dem gezeichneten Schnitte nicht sichtbares Zeigerwerk durch allerlei Zwischenmittel übertragen, und ist die Eintheilung des Zifferblattes dort so getroffen, dass man die während eines Kolbenwechsels geleistete Arbeit der Maschine pro Flächeneinheit des Kolbenquerschnittes direct ablesen kann; dass zugleich eine Registrirung erfolgt, ist schon angegeben. Das ist das Wesentlichste dieses Indicators, welcher in der Regel also Diagramme nicht verzeichnet, obwohl er auch dazu eingerichtet ist, denn es wird ihm stets eine Papiertrommel u. s. w. wie für einen gewöhnlichen Indicator beigefügt.

Das Eingehen in seine Detail-Construction würde hier zu weit führen.

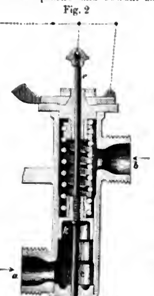
Die Einrichtung des Indicatordampfcylinders, mit seinen beiden Anschlüssen unter und über dem Indicatorkolben mündend, um beide Cylinderenden einer Dampfmaschine damit verbinden zu können, trat hier wohl also zum ersten Mal auf.

Es ist gewiss nicht zu leugnen, dass dieser Indicator sinnreicher wohl kaum gedacht werden kann, dass er aber ohne Zweifel schwer zu behandeln ist und eine Menge Fehlerquellen in sich birgt, welche fast gar nicht zu controliren sind, und sich auch weniger zur Abnahme gewöhnlicher Indicatordiagramme eignet, seiner Natur nach auch einen anderen Zweck verfolgt.

Als constructiven Mangel möchte ich hervorheben, dass z. B. auf den Querschnitt der kleinen Kolbenstange nicht gerücksichtigt ist. Um richtige Differenz-Diagramme zu erhalten, hätte die Kolbenstange auch nach unten durchgeführt werden müssen, so dass beide Indicatorkolbenflächen denselben nutzbaren Querschnitt erhalten.

Um einen Differenz-Indicator für besondere Fälle zu besitzen, welcher sonst den Zwecken eines gewöhnlichen Indicators entspräche und sowohl zur Abnahme von gewöhnlichen als von Differenzdiagrammen benutzbar wäre, habe ich den von Ashton & Story in Anwendung gebrachten Indicatordampfcylinder bei meiner Construction zu Grunde gelegt — s. Fig. 2 — und ihn sonst ganz wie einen gewöhnlichen Indicator mit Papiertrommel und Schreibzeug ausgerüstet. Die Kolbenstange *e* ist hier von gleicher Stärke, oben und unten durch Deckel geführt und dort möglichst dichtgehend gehalten. Dadurch ist der benutzte Querschnitt auf beiden Seiten des Kolbens *k* gleich grofs. Der Anschluss *b* unterhalb liegt seitlich wie der oberhalb bei *a* auch. Mittelst der Anschlüsse *a* und *b* wird der Apparat mit beiden Cylinderseiten der Maschine verbunden, aber jede Seite ist auch durch einen Hahn abstellbar. Zugleich dienen diese Hähne zur Entfernung des Dampfwassers. Man kann also mit diesem Indicator, dessen Feder auf Druck und insofern es sich auch um Vacuum handelt, auch auf Zug beansprucht wird, wie bei Ashton & Story, Einzeldiagramme oder Diagramme, welche aus dem Unterschiede der Drücke vor und hinter dem Kolben einer Dampfmaschine resultiren, nehmen.

Fig. 2



Der Doppelindicator von Schäffer & Budenberg bezweckt dasselbe, und liegt der Unterschied in der Construction nur darin, dass hier 2 Kolben statt eines angewendet werden und dass die Belastungsfeder immer auf Druck beansprucht wird. Ueber das Capitel »Federn« liefse sich viel sagen, und nehme ich vielleicht Gelegenheit, ihm einen besonderen Artikel zu widmen. Jedenfalls ist es ganz Sache der Herstellung, diese Federn in beiden Fällen für ein und denselben Mafsstab ± brauchbar zu machen. Im allgemeinen muss ich nun meine Ansicht dahin äufsern, dass ich das Bestreben, auf dem Felde der Indicatorconstructionen Fortschritte zu machen, gewiss theile und insofern jede Neuerung mit grofsem Interesse verfolge, dass ich aber einem Differenz-Indicator, mag er nun construirt sein wie er wolle, weder eine praktische noch theoretische Bedeutung unterzulegen vermag und sein Bedürfnis nicht einsehe. Ich will versuchen, die Mängel und die Entbehrlichkeit eines solchen Instrumentes hier klar zu stellen.

1. Bei Untersuchungen von Dampfmaschinen hat man nicht den geringsten Vortheil davon, wenn man Druckdifferenzen indicirt. Was man allenfalls an Arbeit und Zeit spart, weil man getrennte Diagramme über einander zeichnen muss, gilt doch nur dann, wenn dieses Uebereinanderzeichnen wirklich vorgenommen wird. Das geschieht aber nur, wenn man Kurbeldiagramme entwirft, um die Gleichförmigkeit der Bewegung des Schwungrades oder die Beanspruchung der Welle zu controliren. Dann muss man aber ohnehin umzeichnen, muss Reibungsdifferenzen der hin- und hergehenden Massen u. s. w. berücksichtigen.

Durch Hülfe von Pauspapier ist das Zusammentragen der Curven hierbei die allerkleinste Arbeit.

2. Dagegen verliert man den Hauptzweck des Indicirens aus den Augen und erhält nicht die charakteristischen Linien, wie man solche für die Kritik der Steuerung und Expansionscurve, namentlich aber auch der Gegendrucklinie, zur Beurteilung braucht. Auch ist es für die Beurteilung der Steuerung und für calorimetrische Untersuchungen unbedingt nothwendig, jede Cylinderseite für sich zu indiciren.

Man indicirt, weil man den Differenz-Indicator stets in Cylindermitte anbringen muss, mit zwei langen Verbindungsröhren, was vermieden werden muss, wo es irgend angeht, und wodurch häufig ganz falsche Curven erzielt werden.

Ein gewöhnlicher Indicator, auf gut gebauten Dreiwegehahn gesetzt (falls man nicht, was unbedingt vorgezogen werden muss, an jedem Cylinderende einen Indicator anbringen will), ist da jedenfalls vorzuziehen, und kann man so schnell gewöhnliche Diagramme von beiden Cylinderseiten nehmen. Die correcten Curven und nicht die verzerrten hat man dann bei einander. Dass hierbei die beiden Cylinderseiten nicht gleichzeitig genommen werden, halte ich für ganz nebensächlich, denn

a) entweder ist die Füllung constant und dann ist es einerlei oder
b) sie ist mit jedem Hube anders; dann hat man ebenso wenig von dem Diagramm eines Differenz-Indicators bei einem Hube, wenn man nicht weifs, wie das folgende aussieht, und kann überhaupt mit solch einem Diagramme nichts beginnen;
c) bei jedem Indicatorversuche nimmt man nicht blofs ein einziges Diagramm, sondern man indicirt mehrere Stunden lang und betrachtet den Mittelwerth aus einer grofsen Reihe von Diagrammen als mafsgebend; ob man dabei 40 oder 50 Diagramme mit dem Planimeter umführt, ist zu unbedeutend, um die übrigen Mängel eines solchen Indicators mit in den Kauf zu nehmen.

Auch ist es ein Uebelstand, wenn man wirklich mit einem solchen Indicator nur je eine Cylinderseite untersucht, dass die Diagramme, weil der Schreibhebel in der Ruhe ganz horizontal gestellt sein muss, so bedeutend niedriger ausfallen, als bei dem gewöhnlichen Indicator, und jedenfalls so an Genauigkeit einbüfsen.

Speciell bei der Construction von Schäffer & Budenberg möchte ich noch hervorheben, dass man sich mit Recht im allgemeinen bemüht, die Mafse des Kolbens und des Schreibzeuges sowie die Reibung bei Indicatoren zu vermindern, dass aber durch den zweiten Kolben von Schäffer & Budenberg gerade das Gegentheil erreicht wird. Auch ist

die Stelle, wo die Kolbenstange durch die Scheidewand geht, gar nicht und der untere Kolben schwer zu controliren. Es wird viel Mühe machen, im Betriebe behufs Reinigung (was bei Indicatoruntersuchungen bekanntlich oft genug vorkommt) beide Kolben herauszuziehen.

Was endlich den Einfluss des Barometerstandes auf die von einem gewöhnlichen Indicator erzielten Curven anbelangt, so ist derselbe so geringfügig, dass er unbedingt vernachlässigt werden kann.

Nehmen wir den Barometerstand zu 75^{cm} an, so wird 1^{cm} Quecksilbersäule $^{1}/_{75}{}^{atm}$ oder $0{,}0133^{kg}$ pro Quadratcentimeter entsprechen. Denkt man nun, was gewiss selten vorkommt, den Barometerstand um 5^{cm} verändert, so würde das rund gerechnet nur einen Unterschied von $0{,}0133 \cdot 5 = 0{,}0665^{kg}$ pro Quadratcentimeter betragen.

Man kann daher nahezu in allen praktischen Fällen diese Differenzen vernachlässigen, zumal wenn man berücksichtigt, dass der Barometerstand in der Regel etwas geringer als 76^{cm} und die alte Atmosphäre stets gröfser als die neue ist. Es tritt da von selbst eine Ausgleichung ein, wenn man auch für das theoretische Vacuum die neue Atmosphäre zu Grunde legt.

Halten wir es daher, wenn es sich in ganz vereinzelten besonderen Fällen nicht um das Totalisiren mit einem Indicator *Ashton & Story* handelt, zur Untersuchung der Dampfmaschinen mit dem einfachen Indicator, der in seinen neueren Ausführungen und Verbesserungen alles bietet, was die Praxis wünscht.

Wenn Hr. *Prüsmann* den Thompson-Indicator, den meine Firma übrigens auch liefert, für den besten Indicator hält, so halten andere, wie zahlreiche Zuschriften beweisen, den Indicator meiner Firma (*Dreyer, Rosenkranz & Droop*) für besser. Wer viel mit Indicatoren arbeitet, wird sich gegen die Vorzüge, den Deckel sammt Schreibzeug, Kolben und Feder in einem Griff entfernen zu können, sowie gegen die Vorrichtung, den Papiercylinder im Betrieb ohne Auslösung und ohne Schlaffwerden der Schnur feststellen zu können, nicht verschliefsen. Es ist meiner Ansicht nach nicht zutreffend, diese Verbesserungen und Vorzüge als unwesentlich hinzustellen: es sind in der That für den Betrieb und für die Handhabung erhebliche Verbesserungen, welche vielfach als solche anerkannt sind und die Kritik ertragen können. Bezüglich der von mir gewählten Geradführung und sonstigen Details bei dem von mir verbesserten Indicator kann ich mich auf den Artikel in dieser Zeitschrift, 1881, Heft 3, S. 170 beziehen.

Elektrotechnik.

Bei der täglich wachsenden Bedeutung der Elektrotechnik für unsere gesammte Cultur ist es nicht allein interessant, sondern auch höchst wichtig, auf die Anfänge dieser Wissenschaft zurückzugehen und die Geschichte hervorragender Ereignisse in ihrer Entwickelung festzustellen.

Wir sind in der Lage, über die Geschichte der *dynamo-elektrischen Maschine* aus einem Briefe unseres Ehrenmitgliedes, des Hrn. Dr. *Werner Siemens*, folgende Mittheilungen zu veröffentlichen:

»Ich habe der Berliner Akademie der Wissenschaften am 17. Januar 1867 die *Theorie* der dynamo-elektrischen Maschine ausführlich mitgetheilt, nachdem ich bereits im Anfang December vielen Mitgliedern der Akademie eine solche Maschine im Fabriklokal in Thätigkeit gezeigt hatte. Da ich damals noch nicht Mitglied der Akademie war, erbot sich Professor *Magnus*, die Sache der Akademie in ihrer *ersten* Sitzung nach den Ferien (am 17. Jan.) vorzulegen. Dies war die *erste* Publikation über das Princip, und es wurde in derselben von mir zuerst der neue Name »*Dynamo-elektrische*« Maschine vorgeschlagen. Auf meine Veranlassung und auf Grund meiner Mittheilung meldete mein Bruder, Dr. *C. William Siemens*, schon Ende Januar einen Vortrag über die Sache in der Royal Society in London an. Etwa 14 Tage später meldete Professor *Wheatstone* einen Vortrag über dieselbe Combination bei derselben Gesellschaft an. Beide, Wm. *Siemens* und *Wheatstone*, hielten ihre Vorträge an demselben Tage, und zwar Wm. *Siemens* zuerst als erster Anmelder. Beide zeigten eine thätige Maschine vor, die beide ganz so wie meine erste Berliner Maschine mit der Siemens-Armatur versehen waren. In *England* wurde aus diesem doppelten Vortrage gefolgert, dass ich und *Wheatstone* die Erfindung gleichzeitig gemacht und publicirt hätten. Das war thatsächlich falsch, da meine erste Publication durch die Berliner Akademie fast einen Monat älter war.

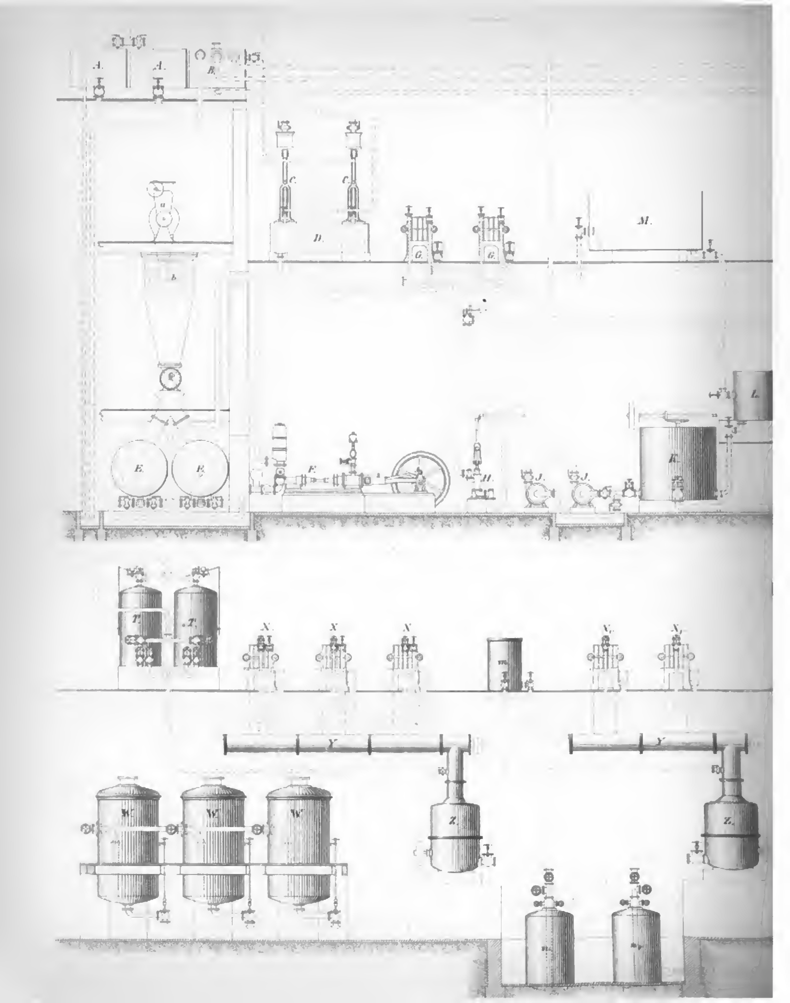
Etwa ein Jahr später wurde eine »provisorische Specification« der Gebrüder *Varley* vom 24. December 1866 bekannt, die bis dahin geheim geblieben war. In dieser war das dynamo-elektrische Princip *factisch* enthalten. Theoretisch war es gar nicht erörtert und nicht einmal das eigentlich wesentliche Princip — die Stromverstärkung durch *Umkehr* der Bewegung der Maschine — angegeben. Nach englischem Patentrechte konnte diese provisorische Specification den Gebr. *Varley commercielle* Rechte geben. In der Wissenschaft gilt aber der allgemein angenommene, von *Arago* beantragte und von der französischen Akademie adoptirte Grundsatz, dass ein Prioritätsrecht demjenigen zusteht, der einen neuen Gedanken zuerst in klarer verständlicher Weise durch den Druck oder Mittheilung an eine Akademie oder Gesellschaft, welche ihre Verhandlungen publicirt, veröffentlicht hat. Mag man daher auch annehmen, dass *Varley* und *Wheatstone* gleichzeitig oder selbst früher als ich das dynamo-elektrische Princip aufgefunden oder selbst praktisch ausgeführt hätten — die Priorität steht mir allein zu, da ich es zuerst durch Publikation zum Gemeingut gemacht habe. Wenn übrigens *Wheatstone*'s Schwiegersohn Mr. *Sabine* behauptet, derselbe hätte bereits früh im Jahre 1866 das Princip entdeckt, so ist er den Beweis dafür schuldig geblieben. Wenn der von *Wheatstone* im Februar 1867 der Royal Society vorgeführte Apparat bereits im vorhergehenden Sommer von Mr. A. *Stroh* gemacht ist, so beweist dies gar nichts. Das, was der Mechaniker machte, war ein magneto-elektrischer Zündapparat mit Siemens-Armatur, wie sie seit Jahren gemacht wurden: Es kam nur auf die Schaltung als dynamo-elektrische Maschine an. Prioritätsansprüche kann eine solche Angabe nicht begründen. Noch weniger haltbar sind die in französischen Zeitschriften enthaltenen Angaben, wonach *Hjorth*, *Pacinotti* und andere das dynamo-elektrische Princip bereits früher benutzt hätten. Beide haben nur magneto-elektrische Maschinen beschrieben, bei denen Stahlmagnete den anfänglichen Strom erzeugten, den der erstere, ebenso wie später *Wild*, dann durch Elektromagnetismus verstärkte.

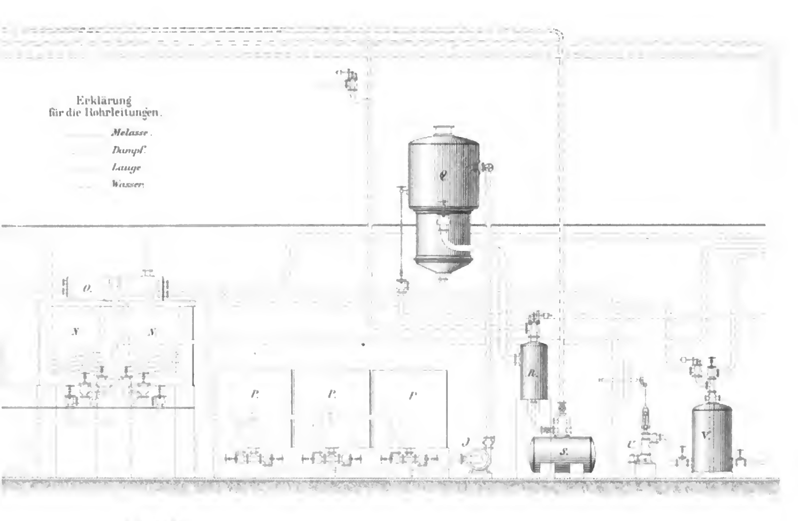
Dies sind die thatsächlichen Daten, auf welche ich meinen Prioritätsanspruch stütze. Werden mir keine entgegengesetzte beglaubigte *Facta* entgegengesetzt, so halte ich ihn aufrecht und werde ihn gegen Jedermann vertheidigen; zugeben wird aufserdem Jedermann, der meine Publikation vom 17. Januar 1867 gelesen hat, dass sie eine vollständige Theorie der Sache enthielt, dass sie praktisch erzielte Resultate angab und auf die grofse Bedeutung der Sache schon hinwies. Dass eine gewisse Absichtlichkeit in der Verdunklung meines Prioritätsanspruches nicht ausgeschlossen ist, ergiebt sich aus dem Ausstellungsberichte, welcher der Soc. of tel. Eng. mitgetheilt wurde. Mr. *Sabine* sagt daselbst unter der Aufschrift »Original dynamoelectric machines«, nachdem er *Wheatstone* als Erfinder und ersten Erbauer dieser Maschine hingestellt hat, — kein Wort von dem doch vor *Wheatstone* angemeldeten und gehaltenen Vortrage meines Bruders Dr. *C. William Siemens*, und erwähnt meiner nur am Schluss in der kurzen Bemerkung: »Dr. *Siemens* read a paper before the Academie of sciences upon the same subject.«

Da Mr. *Sabine* als mein Eleve und mehrjähriger Beamter das Sachverhältnis genau kannte, so habe ich gewiss eine Berechtigung, über eine gewisse nationale Voreingenommenheit in dieser Angelegenheit Klage zu führen.« —

Wir glauben eine ehrenvolle Pflicht zu erfüllen, wenn wir zur möglichsten Verbreitung und Klarstellung obiger Ansprüche unseres berühmten Landsmannes beitragen. Die Red.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 45/46.





Lach,
...e neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Zuckerfabrikation.

A. Druckreservoire für die Kühlapparate.
B. Reservoir für warmes Wasser.
C. Kühlapparate (Neubecker's Patent)
D. Sammelkasten unter den Kühlapparaten
E. Maischgefäße.
F. Dampf-Schlammpumpe.
G. Kalkschlamm-Pressen.
H. Verdrängungs-Pumpe.
J. Centrifugal-Pumpen.
K. Substitutions-Rührgefäß.
L. Melasse-Messgefäß.
M. Melasse-Reservoir.
N. Mutterlaugen-Reservoir.
O. Reservoir für Waschlauge.
P. Reservoir für Ansatz- resp. Reductionslauge.
Q. Röhren-Vorwärmer.
R. Dampfsammler.
S. Montejus für Retourwässer.
T. Heißwasser-Gefäße.
U. Waschlaugen-Pumpe.
V. Accumulator.
W. Kochgefäße.
X. Saccharat-Filterpressen Vorpressen.
X_1. Saccharat-Filterpressen Nachpressen.
Y. Transportschnecke
Z. Saccharat Zerreiber und Maischer
m. Rübensaft Messgefäß.
n. Montejus für die Nachpressen.
n_1. Montejus für die Saturation.
a. Excelsiormühle.
b. Kalksiebcylinder.
c. Kalkmessapparat.

② ZEITSCHRIFT

DES

VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

1882. Band XXVI. Heft 12. Decemberheft.

Die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Zuckerfabrikation.*)

Von J. Lach in Neustadt-Magdeburg.

(Vorgetragen auf der XXIII. Hauptversammlung in Magdeburg.)

(Hierzu Tafel XXXVII.)

M. H. Die Rübenzuckerindustrie hat sich zu einer solchen Bedeutung emporgeschwungen, dass sie heute unter den landwirthschaftlichen Gewerben den ersten Rang einnimmt, und dürfte es Sie interessiren, hier in Magdeburg, gleichsam an der Wiege der Rübenzuckerindustrie, über die hervorragenden Fortschritte, welche auf dem Gebiete der Zuckerfabrikation in den letzten 10 Jahren gemacht wurden, etwas zu hören.

Ich werde sprechen: 1. über die Bestrebungen, die Knochenkohle bei der Filtration der Zuckersäfte entbehrlich zu machen, und 2. über Melasse-Entzuckerung.

Noch in den sechziger Jahren galt der von unserem Louis Walkhoff in seinem ausgezeichneten Handbuche der Rübenzuckerfabrikation ausgesprochene Grundsatz:

»die Knochenkohle ist die Seele der Fabrikation!«

als unumstöfslich, und schon heute sind die meisten Rohzuckerfabrikanten bemüht, die so gerühmte Knochenkohle bei der Filtration der Zuckersäfte in Wegfall zu bringen, und wie man sagen muss, mit Erfolg.

Der erste Schritt gegen die Knochenkohle geschah vor Jahren durch Anwendung von gröfseren Mengen Kalkes zur Scheidung des Rübensaftes und der darauf folgenden Ausfällung des Kalküberschusses durch Kohlensäure (Saturation von Frey & Jellinek), wodurch eine erhebliche Reinigung und Entfärbung des Saftes erzielt und die Aufwendung von etwa 20 pCt. Knochenkohle vom Rübengewichte zur Filtration auf 9 bis 7 pCt. vermindert wurde. Die Knochenkohle durch eine doppelte Saturation der Säfte gänzlich zu umgehen, gelang nicht, und erst seit etwa zwei Jahren ist dieses Ziel durch das Meyer-Licht'sche Verfahren, »Zuckergewinnung ohne Knochenkohle« genannt, erreicht worden. Dieses Verfahren gipfelt in der genaueren Handhabung der ersten und zweiten Saturation, in der Einschaltung einer dritten Saturation, wobei schweflige Säure angewendet wird, und in der Filtration der so gereinigten Säfte über präparirten Kies und Sand.

Es würde zu weit führen, wollte ich Ihnen nun mit einer Reihe von Zahlen über die Reinheit und Alkalitäten der Säfte dienen; es genügt wohl, wenn ich anführe, dass bei sorgfältiger Einhaltung des vorgeschriebenen Kalkquantums zum Safte, der Endalkalitäten der Säfte der drei Saturationen und bei richtiger Handhabung der Kiesfiltration Säfte von hoher Reinheit erzielt werden, und dass die daraus gekochten Füllmassen einen Rohzucker liefern, welcher in Farbe und Zusammensetzung gutem erstem Producte, nach alter Weise hergestellt, nicht nachsteht. Die Zuckerverluste sind bei diesem Verfahren — da nur wenige Filter zum Absüfsen kommen — wesentlicher kleiner als bei der alten Fabrikationsmethode. Die rasche Verbreitung des Meyer-Licht'schen Verfahrens spricht für die Brauchbarkeit desselben.

*) Siehe auch Heft 8 dieses Jahrganges.

Auch in Oesterreich zieht man gegen die Knochenkohle zu Felde, indessen auf ganz eigentümliche Weise. F. Schiller in Königsfeld hat ein Osmoseverfahren erdacht, wodurch die Saftfiltration entbehrlich wird.

Die Osmosirung der Melasse ist zur Genüge bekannt, und brauche ich nur hervorzuheben, dass der Erfinder den Dünnsaft mittelst Wassers, den Dicksaft aber mittelst noch nicht osmosirten Dünnsaftes entsalzt und so den Verlust bei dieser Arbeit auf ein möglichst geringes Mafs herabdrückt; derselbe soll nur etwa 0,16 pCt. von der Rübe mehr als sonst üblich betragen. Da die Säfte und das Wasser kochend heifs in den eigenartigen Osmogenen arbeiten, so kann ein Umschlagen (Sauerwerden) der Säfte nicht eintreten, und ist es dabei möglich, die Kalkalkalität sehr knapp zu halten.

Schiller giebt die Erhöhung der Reinheitsquotienten durch die Osmose bei Dünnsaft mit 5,2, bei Dicksaft mit 4,5 an; der Dicksaft kommt gewöhnlich mit einem Quotienten von $91\frac{1}{2}$ bis 92 zum Verkochen.

Nach Berichten aus Böhmen soll dieses Verfahren sehr reine Dicksäfte liefern, welche von den Osmoseapparaten direct in den Vacuumapparat eingezogen und auf eine schöne Rohzuckerfüllmasse ohne Anstand verkocht werden; die Rohzuckerausbeute lässt auch nichts zu wünschen übrig. Die nächste Zukunft wird zeigen, ob sich die Sache bewährt, ob man auf diese Weise die Knochenkohle aus der Rohzuckerfabrikation verschwinden lassen kann.

Nun zur Besprechung der Melasseentzuckerung übergehend, erlaube ich mir in Erinnerung zu bringen, dass die Melasse (Endsyrup der Zuckerfabrikation) gewöhnlich folgende Zusammensetzung hat:

50 pCt. Zucker (Polarisation)
30 » Nichtzucker
20 » Wasser.

Etwa der dritte Theil des Nichtzuckers wird durch anorganische Substanzen, unter denen das Kali überwiegend ist, gebildet, $\frac{2}{3}$ desselben sind organischer Natur, verschiedene Säuren an anorganische und organische Basen gebunden u. s. w. Der Kaligehalt kann im Mittel mit 6 pCt. und der Stickstoffgehalt im Mittel mit 2 pCt. angenommen werden.

Es giebt heute folgende Verfahren zur Entzuckerung der Melasse:

1. Die Osmose,
2. die Elution von Scheibler-Seyferth,
3. die Elution von Weinrich,
4. das Verfahren von Manoury,
5. die Elution von Eifsfeldt,
6. das Fällungsverfahren Sostmann-Drevermann,
7. die Substitution,
8. das Strontianverfahren.

vermieden. Der Glühprocess dauert 24 bis 36 Stunden und erfordert eine grofse Aufmerksamkeit.

Das Glühprodnct, Aetzstrontian (SrO), gelangt durch einen Elevator zur ersten Löschbatterie; diese besteht aus einem Löschkasten und 4 Stück eisernen, mit Heizschlangen versehenen, treppenförmig übereinander aufgestellten Behältern, von denen der unterste mit einem Montejus in Verbindung steht, so dass die graduirte Lauge vom vierten Behälter, wenn noch nöthig, wieder in den obersten, ersten zurückgehoben werden kann. Die Ablassvorrichtung — mit Heber und Hahn — dieser Behälter ist der Art eingerichtet, dass man die Lauge des Kastens No. 1 in No. 2, 3 und 4, aufserdem aber genügend starke Lauge in die Krystallisationsbassins direct ablaufen lassen kann. Jeder Kasten hat ein Bodenventil zur Entfernung des Rückstandes; zur Aufnahme dieses Rückstandes dient ein unter der Löschbatterie angebrachter grofser eiserner Kasten.

Der Aetzstrontian wird im Löschkasten mit schwacher Lauge gelöscht, wobei aber noch keine starkgrädige Lauge erzielt wird, weil das Strontianhydroxyd etwas schwer löslich ist; man lässt also den Inhalt des Löschkastens kurze Zeit stehen und zieht dann die klare, über dem aufgeschlämmten Strontianhydroxyde stehende Lauge in den Kasten No. 1 der Löschbatterie ab, wo sie unter Aufkochen und Zusatz von Strontianhydroxyd aus dem Löschkasten und kräftigem Umrühren mit eisernen Krücken hochgrädiger gemacht wird; die klare Lauge des Kastens No. 1 wird im Kasten No. 2 höher gradirt u. s. w. Im 4. Kasten zeigt die Lauge gewöhnlich schon über 25 pCt. Alkalität und wird dann in die Krystallisationsbassins, welche sich unten in einem kühl gehaltenen Raume befinden, vermittelst offener Rinnen ablaufen gelassen, um dort beim Abkühlen Krystalle von Strontianhydroxyd auszuscheiden, welche der Formel $Sr(OH)_2 + 8H_2O$ entsprechen.

Die Rückstände aus der Löschbatterie werden nach Abgabe einer dünnen Lauge auf schon erwähnte Weise für sich in Ziegelform gebracht, getrocknet und geglüht. Das Glühprodukt wird dann in einer besonderen Löschbatterie No. 2, genau so wie der Aetzstrontian in der Löschbatterie No. 1, auf Laugen verarbeitet. Es ist hierbei zu bemerken, dass die gewonnenen Laugen selten über 15 pCt. Strontiangehalt zeigen; die unter 15 pCt. Strontiangehalt zeigenden Laugen werden nicht in die Krystallisationsbassins ablaufen gelassen, sondern zum Saccharatdecken und in den Löschbatterien verwendet. Der Rückstand aus der 2. Löschbatterie ist gewöhnlich so strontianarm, dass seine wiederholte Bearbeitung nicht lohnend ist, und wird derselbe mit 2 bis 2½ pCt. Strontiangehalt als Abfall entfernt.

Die Darstellung des Strontiansaccharates geschieht (in zwei Chargen) wie folgt:

In gewöhnlichen eisernen Klärpfannen mit flachen Böden und Heizschlangen, welche aufser der üblichen Ausrüstung noch ein Röhrwerk besitzen, wird eine Auflösung von krystallinischem Strontianhydroxyde bis zu 22 pCt. Alkalität kochend heifs hergestellt und dann die Hälfte der bestimmten Menge heifser Melasse aus dem Messgefäfs zulaufen gelassen und aufgekocht. Es tritt sofort eine Ausscheidung von gelbem, körnigem Strontiansaccharat ein, und nach kurzer Kochdauer wird der Pfanneninhalt auf Alkalität geprüft; dieselbe muss bei richtiger Abmessung von Melasse und Strontianhydroxyd noch etwa 12 pCt. betragen, wobei die Reaction beendet ist. Ist die Alkalität aber kleiner, so muss noch Strontianhydroxyd zugegeben werden, weil nur bei einem solchen Ueberschusse fast sämmtlicher Zucker als Strontiansaccharat ausgefällt wird. Nun wird die Alkalität des Pfanneninhaltes durch Zusatz von Strontianhydroxydkrystallen wieder auf 22 pCt. gebracht und dann die zweite Hälfte des Melassenquantums zugegeben und aufgekocht, dann die Alkalität auf 12 pCt. geprüft. Die zwei Chargen bilden eine Pfannenfüllung.

Die Praxis hat ergeben, dass es nöthig ist, die Saccharatfällung in kleineren Mengen vorzunehmen, weil so in concentrirterer Lösung die Reaction rascher und sicherer eintritt, als dies bei der Behandlung einer ganzen Pfannenfüllung der Fall sein würde. Ich erlaube mir hier gleich zu bemerken, dass zur Darstellung der 22procentigen Strontianlösung aufser den weifsen Strontianhydroxydkrystallen noch die bei dem

ganzen Verfahren entstehenden, mehr oder weniger verunreinigten und gefärbten Strontianhydroxydkrystalle verwendet werden, über deren anzuwendende Mengen es aber keine festen Vorschriften giebt.

Bei richtiger Bemessung der Melasse und der Strontianmengen kommen auf 1 Aequivalent Zucker der Melasse etwas mehr als 3 Aequivalente Strontian (SrO) in Anwendung.

Das fertige Strontiansaccharat wird nun durch eine unter den Pfannen befindliche eiserne Rinne (mit Heizmantel) auf die sogenannten Nutschen abgelassen; in der Rinne liegt ein Rührwerk, welches verhindert, dass sich das Strontiansaccharat zu Boden setzt. Die Nutschen sind aus Eisenblech construirte Halbcylinder, um die Längenaxe drehbar und auf der Schnittfläche mit gelochtem Eisenbleche bedeckt; auf diesem Siebe befinden sich ein Drahtnetz und ein Drell- oder Asbesttuch; letzteres bildet zugleich die Dichtung für den Blechaufsatz, der mit zahlreichen Klemmschrauben an den Halbcylinder befestigt ist. Die Nutschen stehen durch Hahn und Rohrleitung mit der Luftpumpe in Verbindung und haben noch folgende Ausrüstungstheile: Einen Lufthahn und einen Ablasshahn (mit Drehstutzen) am Boden; unterhalb der Nutschen befindet sich eine eiserne Doppelrinne zur Aufnahme der Nichtzuckerlaugen und der Waschflüssigkeit = Decklaugen.

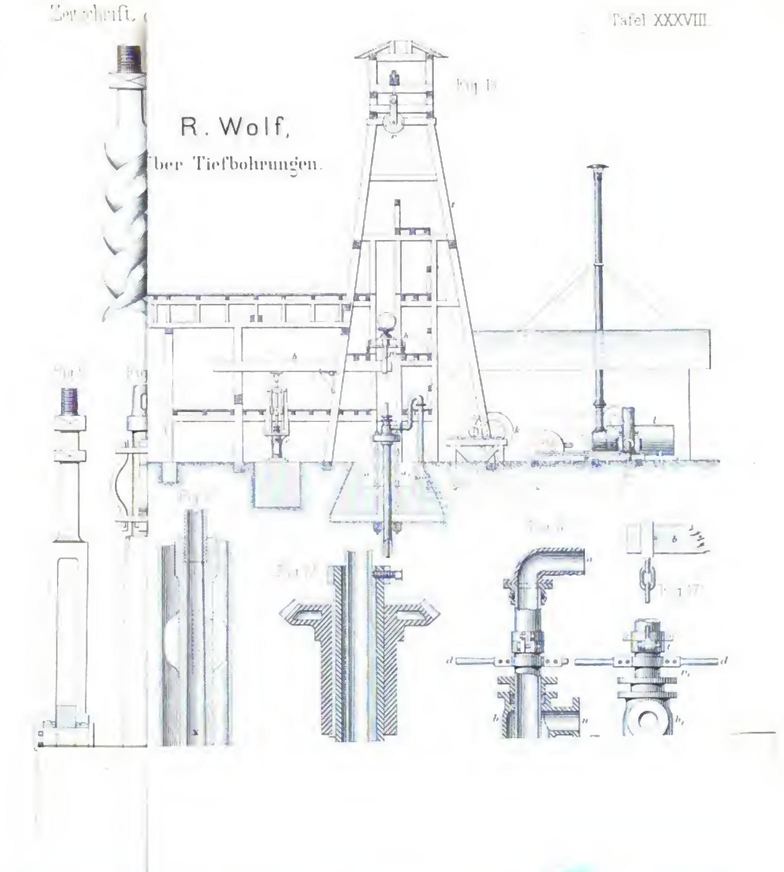
Das kochend heifse Strontiansaccharat wird auf die Nutschen laufen gelassen bis zu ¾ der Aufsatzhöhe und gleichzeitig der Hahn zur Lumftpumpe geöffnet, wodurch die Nichtzuckerlauge durch das Sieb in den Hohlraum des Halbcylinders rasch eindringt und das gelbe, körnige Strontiansaccharat auf dem Nutschtuche verbleibt. Dabei wird die Nutsche hin und her geschaukelt, um die Vertheilung der Flüssigkeit auf der Fläche gleichmäfsiger zu gestalten; die im Saccharatkuchen entstehenden Risse und Klüfte werden von einem Arbeiter mit einem kleinen Holzspaten rasch zugestrichen. Erscheint der Saccharatkuchen trocken, so wird rasch der Luftpumpenhahn geschlossen, der Lufthahn und der Ablasshahn geöffnet; die Nichtzuckerlauge läuft durch eine Rohrleitung oder in einer Rinne in die Krystallisationsgefäfse ab, welche im Nebenraume aufgestellt sind. Die Nichtzuckerlauge enthält noch 12 pCt. Strontianhydroxyd, den ganzen Nichtzucker der Melasse und etwa 1 pCt. Zucker.

Beim Abkühlen in den Bassins krystallisirt der gröfste Theil des Strontianhydroxyds aus; diese Krystalle werden wieder zur Saccharatfällung benutzt, die klare Lauge aber in die Saturnteure der dritten Saturation geschafft, dort mit Kohlensäure behandelt und dann durch Filterpressen laufen gelassen, in welchen der kohlensaure Strontionschlamm zurückbleibt. Die von diesen Filterpressen (No. III) ablaufende klare Düngerlauge wird entweder als solche aufs Feld gefahren oder aber zu Schlempekohle in bekannter Weise verarbeitet.

Der auf den Nutschen befindliche Strontiansaccharatkuchen enthält noch Nichtzuckerlauge und muss gereinigt = gedeckt werden. Dies geschieht, indem man eine weifse 10procentige Strontianhydroxydlösung kochend heifs aus einer über den Nutschen angebrachten Pfanne auf den Strontiansaccharatkuchen bis zur Füllung des Aufsatzes laufen lässt und ebenso verfährt, wie schon beschrieben. Gewöhnlich genügt eine solche Decke, um das Saccharat zu reinigen, was an der gleichmäfsigen Färbung des Kuchens im Inneren zu erkennen ist. — Die Wasch- oder Decklauge (12 pCt.) wird wieder zur Saccharatfällung benutzt.

Nun wird das reine Saccharat mittelst kleiner Holzschaufeln vom Nutschtuch abgehoben und in Stücken, aber in dünner Schicht, in die eisernen Kühlkästchen eingetragen. Diese Kästchen werden vorher mit Wasser benetzt, damit das Saccharat nicht am Boden und den Wänden anhafte; auch wird das Saccharat in den Kühlkästchen mit einer ganz schwachen Strontianlauge übergossen. Die gefüllten Kühlkästchen werden in gröfserer Anzahl auf grofse Wagen gestellt und auf einer Eisenbahn in das Kühlhaus gefahren, wo sie behufs Abkühlung 36 bis 48 Stunden stehen bleiben und auf + 5 bis 6° C. Temperatur gebracht werden. Im Sommer muss das Kühlhaus durch Eismaschinen abgekühlt werden.

Das Strontiansaccharat zerlegt sich in der Kälte in Strontianhydroxyd und strontianhaltige Zuckerlösung. Es krystallisirt auf diese Weise etwa die Hälfte des ursprünglich im


R. Wolf,
Über Tiefbohrungen.

Saccharat vorhandenen Strontianhydroxyds aus, unter günstigen Umständen noch etwas mehr als die Hälfte, so dass die strontianhaltige Zuckerlösung auf

1 Aequivalent Zucker weniger als 1 Aequivalent Strontian enthält.

Die Kühlkästchen mit der zerlegten Saccharatmasse werden aus dem Kühlhause geschafft und über einem eisernen Behälter auf einen Rost aus gelochtem Eisenblech entleert; die Saccharatlösung fliefst in den Behälter und die Strontianhydroxydkrystalle bleiben auf dem Roste zurück. Sie werden mit kaltem Wasser abgespritzt und dann in Centrifugen abgeschleudert und mit Wasser gedeckt; dieses gelb gefärbte Schleudersalz wird zur Saccharatfällung wieder benutzt. Die Saccharatlösung, Wasch- und Deckflüssigkeiten werden zusammen in die ersten Saturationspfannen gehoben und dort mit Kohlensäure, welche aus dem Glühofen stammt, behandelt. Hierbei ist zu bemerken, dass eine starke Saturation dem Zuckersafte nichts schadet; die Proben, ob genügend weit saturirt, werden hier und ebenso bei der zweiten Saturation mit Reagenspapier ausgeführt.

Die saturirte Saccharatlösung wird nun durch sehr sinnreich construirte Filterpressen gedrückt, worin der kohlensaure Strontianschlamm als fester gelber Kuchen zurückbleibt und mit Heifswasser ausgesüfst wird. Der von den ersten Filterpressen ablaufende helle Rohsaft zeigt nach Brix 15 bis 18° und wird in die zweite Saturation gehoben, um dort durch Saturation mit Kohlensäure von dem Reste des Strontians befreit zu werden. Der saturirte Rohsaft läuft durch die Filterpressen No. II, worin er einen festen weifsen Schlamm — kohlensaures Strontian — zurücklässt. Der von diesen Filterpressen ablaufende, sehr helle und rein schmeckende Dünnsaft wird ohne weiteres als Dünnklärsel über Knochenkohle filtrirt und in den Verdampfapparat der eigentlichen Raffinerie eingezogen, um einen schönen Dicksaft zu geben; der Dicksaft wird ebenfalls über Knochenkohle filtrirt und auf feine Melisfüllmasse im Vacuumapparat eingekocht. Das weitere Verfahren ist bekannt und aus den vorgezeigten Proben zur Genüge ersichtlich.

Das Strontianverfahren liefert eine Zuckerausbeute von 94 bis 95 pCt. aus der Melasse und ist unstreitig jetzt das beste Melasse-Entzuckerungsverfahren.

Ueber Tiefbohrungen.

Von **R. Wolf** in Buckau.

(Vorgetragen auf der XXIII. Hauptversammlung in Magdeburg.)

(Hierzu Tafel XXXVIII.)

Einerseits angeregt durch einen Ausflug unseres Bezirksvereines nach den imposanten Schachtanlagen von Douglashall, andererseits um dem Wunsche unseres verehrten Vorsitzenden zu entsprechen, habe ich mich entschlossen, mein heutiges Thema zum Gegenstande eines Vortrages zu machen. Während ich mir wohl bewusst bin, nicht sonderlich viel neues bringen zu können, so habe ich mir doch gedacht, dass eine möglichst kurz gedrängte Entstehungsgeschichte der gesammten Tiefbohrtechnik wohl einiges Interesse erwecken dürfte. Als meine erste Pflicht erachte ich aber die Bemerkung, bei meinem Vortrage nicht allein die eigene Praxis, sondern auch die Schriften der Herren Lottner-Serlo, Fauck, Strippelmann und Köbrich herangezogen zu haben.

Wenn es sich um die Auffindung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien handelt, so ist häufig schon aus dem Umstand ein Rückschluss auf das Vorhandensein derselben zu machen, dass verschiedene Gebirgsglieder mit ihren Formationen gebunden sind an bestimmte Bildungen der Erdoberfläche; es lassen ferner Bruchstücke von Gebirgsarten das in gewisser Entfernung vorhandene Anstehen der gesuchten Mineralien erhoffen, ebenso wie natürliche oder künstliche Entblöfsungen der Erdoberfläche, als: Flussbetten, Gebirgseinsenkungen, Brunnen- oder Tunnelanlagen, zur Entdeckung verwerthbarer Lagerstätten geführt haben.

In erster Linie soll aber der Bergmann sein Augenmerk richten auf das Ausgehende der Lagerstätten, zu dessen Auffindung ihm verschiedene Anzeichen als Leitstern dienen können. Mit »Schweif- oder Blume« bezeichnet er dabei die Färbung der über dem Ausgehenden liegenden Dammerde; findet der Bergmann diese nun z. B. roth, so vermuthet er Eisenerze oder Zinnober, zeigt sie sich grün, so hofft er Kupfererze zu treffen. Aber auch die Flora einer Gegend kann unten Umständen die im Innern der Erde verborgenen Schätze verrathen; so deuten gewisse Salzpflanzen auf unterliegende Salzlager, so das Galmeiveilchen auf die Gegenwart von Zinkerzen.

Um sich nun auf Grund genannter Anzeichen von dem Vorhandensein bezw. der Bauwürdigkeit der vermutheten mineralischen Ablagerungen Gewissheit zu verschaffen, dienen zwei verschiedenartige Methoden. Zunächst die des Schürfens, die im wesentlichen besteht entweder im Auswerfen von Gräben nach erfolgter Auffindung des Ausgehenden einer Lagerstätte, oder im Abbau von Versuchsschächten oder Stollen. Diese erste Aufschliefsungsmethode erwähne ich hauptsächlich deshalb, weil von ihr der Ausdruck »Schurfschein« stammt, eine Urkunde, welche die Genehmigung der Bergbehörde zum Abbau von mineralischen Schätzen in sich schliefst und ertheilt wird, wenn auf Grund eines bestimmten Versuchsmodus das Vorhandensein der abzubauenden Mineralien zweifellos nachgewiesen worden war. Von Interesse wird hierzu die Bemerkung vielleicht sein, dass nach preufsischem Berggesetze der ertheilte Schurfschein alle in einem Umkreise von 4000m von dem Versuchsbohrloch etwa gleichzeitig unternommenen Wettbestrebungen sofort kaltstellt und der glückliche Finder für das ihm zugesprochene Abbaufeld von bestimmter Flächengröfse eine ganz beliebige Gestalt wählen kann, soweit natürlich die Felder noch nicht belegt waren.

Von viel gröfserer Bedeutung für das Auffinden von nutzbaren mineralischen Lagerstätten als das Schürfen erweist sich das Schlagen von Bohrlöchern, weil man bei dieser Methode in viel gröfsere Tiefen des Erdinnern zu dringen vermag, und mit dieser Bemerkung komme ich nun dazu, einiges über Tiefbohrungen zu sprechen, und zwar über die verschiedenen Verfahren, welche angewendet werden zur Herstellung von Bohrlöchern, welche, senkrecht in das Erdinnere eindringend, mit einem Durchmesser von 200 bis 350mm angesetzt zu werden pflegen.

Grundsätzlich kann man zwei Hauptabtheilungen des Bohrens hinsichtlich der Art unterscheiden, wie die über Tage wirkende Kraft auf das in der Tiefe arbeitende Bohrinstrument übertragen werden soll, und zwar: ob mittelst eines Gestänges oder eines Seiles.

Diese Hauptgattungen zerfallen wiederum in verschiedene Bohrmethoden, je nach Beschaffenheit des Gesteins, nach der beabsichtigten Tiefe, ferner danach, ob die Anschaffungskosten der Bohranlage gegen die Schnelligkeit der Ausführung zurückzutreten haben, endlich, ob unter Berücksichtigung der zuletzt genannten Gesichtspunkte die Erzeugung von Kernen, die Schichtengestaltung des Erdinnern darstellend, erwünscht oder erforderlich ist.

Hiernach lassen sich die Methoden, welche vorzugsweise Erwähnung verdienen, etwa folgendermafsen eintheilen:

1. Bohren mit festem, massivem Gestänge, drehend oder stofsend, meifselnd wirkend;
2. Bohren mit dem Seil, nur stofsend arbeitend;
   beides mit gesonderter Vorrichtung zur periodischen Entfernung des erzeugten Bohrschlammes aus dem Bohrloch, in Wirksamkeit tretend nach voraufgegangenem Ausziehen von Gestänge oder Seil;
3. Bohren mit festem, hohlem Gestänge, drehend oder stofsend, mit ununterbrochener Entfernung des Bohr-

schlammes aus dem Bohrloch, ohne erforderliches Ausziehen des Gestänges, kurz genannt: Bohrverfahren mit Wasserspülung; endlich

4. Bohren mit festem, hohlem Gestänge, nur drehend, zur Erzielung von Kernen, mit ununterbrochener Entfernung des Bohrschlammes wie unter 3., kurz genannt: Diamantbohrverfahren.

Ganz allgemein gedacht, hat man bei Tiefbohrungen nun folgende Werkzeuge und Einrichtungen in Betracht zu ziehen:

1. Die Werkzeuge, mittelst welcher das Bohrloch geschlagen und der erzeugte Bohrschlamm, allgemein Bohrschmant genannt, entfernt werden kann.
2. Das Gestänge bezw. das Seil nebst Anschlüssen sowohl an den Bohrer als an die über Tage wirkende Kraft.
3. Die Bohrmaschinerie über Tage.
4. Die Hülfsmaschinen zum Ausziehen und Einlassen der arbeitenden Theile, bezw. der Bohrlochverrohrung.
5. Die Apparate zum Einpressen der Futterröhren, dienend zum Abschlusse der Bohrlochwände gegen Nachfall.
6. Die Fanginstrumente, anzuwenden bei eintretenden Gestängebrüchen u. dgl.
7. Die baulichen Anlagen über Tage.

Werfen wir nun zuerst einen Blick auf die Bohrinstrumente, welche in Anwendung stehen bei den von mir zuerst bezeichneten Methoden, also beim drehenden und stoßsenden Bohren am festen Gestänge und dem stoßsenden am Seil, so finden wir bei der drehenden Arbeit vorwiegend den Spiral- oder Schneckenbohrer (Fig. 1) sowie den Hohlbohrer bezw. die sog. Schappe (Fig. 2) in Gebrauch. Diese Apparate kennzeichnen schon durch den Namen ihre Form, und während sie alle dazu dienen, Schichten der Dammerde, trockenen Kies oder Thon und thonigen Sand aufzulockern, können Spiral- und Hohlbohrer dadurch, dass sie die abgelösten Massen in ihre Hohlräume aufnehmen können, zur unmittelbaren Besichtigung des jeweilig Erbohrten benutzt werden.

Sobald die Erdschichtungen zu fest werden, tritt an die Stelle des drehenden Bohrens die stoßsende Arbeit und damit an Stelle der vorhergenannten Werkzeuge der Meißsel in verschiedenartiger Gestaltung. Als wichtigster unter ihnen ist der Flachmeißsel (Fig. 3) zu nennen, dessen richtige Herstellung trotz seiner einfachen Form dem unerfahrenen Bohrtechniker ebenso wenig zu gelingen pflegt, wie in weiterer Folge das von ihm geforderte, tadellose Bohrloch.

Die übrigen Meißselarten übergehend, komme ich jetzt auf das Bohrgestänge (Fig. 4) zu sprechen, welches die Bohrwerkzeuge mit der über Tage arbeitenden Kraft in Verbindung zu bringen hat. Als ich mich in den 50er Jahren, und zwar in Württemberg, zum ersten Male mit Bohrversuchseinrichtungen zu befassen hatte, pflegte man noch häufig, wie auch bei jenem württembergischen Bohrversuche, dessen Installationen in den Hüttenzeichnungen Jahrg. 1859 abgebildet sind, das Gestänge aus Tannenholz mit eisenbeschlagenen Enden und in Längen von etwa 12m herzustellen; davon ist man aber längst abgekommen. An Stelle des Holzes ist ganz allgemein das Eisen getreten in Gestalt von quadratischen Stangen, durchschnittlich 10m lang und 30 bis 35mm im Geviert, am oberen Ende mit einem konisch zulaufenden Gewindezapfen, am unteren mit einem entsprechenden Muttergewinde; am oberen außerdem mit 2 Bunden aa_1 versehen, einerseits, um das Ausziehen des Gestänges mittelst des sog. Stuhlkrückels s zu ermöglichen, andererseits, um das zeitweise von der Kabelkette gelöste im Bohrloche schwebende Gestänge mittelst der sog. Abfanggabel A auf der Hängebank abzufangen.

Denken wir uns nun das unmittelbar mit dem Bohrwerkzeug verbundene Gestänge in stoßsender Arbeit, so zwar, dass die ganze Last jedesmal nach voraufgegangenem Anhube mit voller Wucht auf die Bohrlochsohle aufsetzt, so erklären sich aus dieser Anordnung sofort die früher so häufig eintretenden Gestängebrüche, deren Anzahl mit der Zunahme der Bohrlochstiefe Schritt hielt. Dem um das Bergwesen hochverdienten Berghauptmann v. Oeynhausen gelang es indessen in den 30er Jahren, durch Erfindung eines sehr einfachen Instrumentes diesen Uebelständen im großsen und ganzen Abhülfe zu verschaffen und damit in der Bohrtechnik einen gänzlichen Umschwung herbeizuführen. Oeynhausen fügte seinen Apparat (Fig. 5), den er Rutschscheere nannte, und der, in der einfachsten Form gedacht, mit zwei langen, sich umfassenden Kettengliedern zu vergleichen ist, zwischen Gestänge und Meißsel ein, und waren nunmehr alle Rückwirkungen des sich auf die Bohrlochsohle aufsetzenden Bohrinstrumentes auf das Gestänge insofern beseitigt, als vor Erreichung der jeweiligen tiefsten Stellung des letzteren, aber nach geschehenem Aufsetzen des Meißsels auf die Bohrlochsohle, die Glieder der Rutschscheere sich schon zu nähern begannen. Mit dieser Art von Ei des Columbus gelang es, ein Bohrloch bei Rehme, das etwa 290m tief geschlagen, aber wegen fortwährender Störungen schon aufgegeben werden sollte, zu retten und bis auf 700m Teufe zu bringen.

Nachdem nun aber durch die Rutschscheere die Einwirkung des Gestängegewichtes auf den Effect des Bohrmeißsels fortgefallen war, wurde man gezwungen, letzterem selbst eine die bohrende Wirkung verbürgende Schwere zu geben: man fügte zu dem Ende unmittelbar an den Meißsel die sog. Bohrstange oder Bohrklotz (Fig. 6) im Gewichte je nach Bohrlochweite von 100 bis 400kg an und gab derselben eine solche Länge, dass sich der untere, bewegliche Theil der Rutschscheere nicht in dem im Bohrloch erzeugten Bohrschmant einwühlen konnte; auch versah man den Kopf der Bohrstange mit einer leicht beweglichen Führung f, die das senkrechte Aufsetzen des Bohrapparates auf die Sohle sicherte.

Durch die Erfindung der Rutschscheere war nunmehr der Weg gebahnt, an eine vollständige Trennung des Ober- und Untergestänges zu denken, und war Veranlassung gegeben zu Constructionen, welche ermöglichten, die jeweilige ganze Abbewegung des vorher gehobenen Obergestänges unabhängig von dem vorausgeeilten, frei hinabgefallenen Bohrmeißsel geschehen zu lassen. Die Veranlassung zu diesem Gedanken liegt auf der Hand: das Obergestänge sollte ausschließslich nur noch zum Wiederemporholen des Bohrinstrumentes dienen, während letzterem durch den freien Fall eine viel größsere Wirkung als an der Rutschscheere zugesprochen werden konnte.

Nicht allein, weil es sich der letzteren noch am meisten anschließst, sondern auch, weil es das einfachste, älteste und bewährteste darstellt, will ich vor allem des Fabian'schen Freifallinstrumentes (Fig. 7) gedenken, das in allen Fällen anwendbar zwar in den 50er Jahren mehr oder weniger anderen Constructionen wich, aber bei dem Seilbohrverfahren und auch, wie wir sehen werden, bei dem stoßsenden Bohren mit Wasserspülung dem Grundgedanken nach wieder Verwendung fand. Im wesentlichen besteht das Fabian'sche Instrument aus einer zweifach geschlitzten, hohlen Eisenhülse e, welche an das untere Ende des Obergestänges angeschraubt wird und eine an ihrem unteren Ende mit Bohrklotz und Meißsel verbundene, zwei Aufhänge- bezw. Führungsnasen n tragende Rundeisenstange r verschiebbar in sich aufnimmt. Im zusammengeschobenen Zustande haben sich jene Nasen auf die Absätze der Schlitze s der Eisenhülse aufgesetzt, und kann in diesem Zustande der Bohrapparat vom Gestänge aufgehoben werden. Ist der Aufhub vollendet, so ist es die Aufgabe des Bohrmeisters, unterstützt durch einen dem Gestänge ertheilten Prellschlag, die Nasen des Untergestänges ihrer Auflage auf den Schlitzabsätzen durch ein kurzes, ruckweises Drehen des Obergestänges zu berauben und dadurch ersteres zu Falle zu bringen. Dieses sog. Abwerfen des Abfallstückes ist allerdings sehr anstrengend für den Krückelführer, auch wird, sofern nicht sehr geübte Mannschaften zur Verfügung stehen, bei einzelnen Hüben das Auslösen übersprungen und so die Wirkung wesentlich vermindert.

Diesem Uebelstand abzuhelfen und das Abwerfen des Bohrinstrumentes und das Wiederergreifen desselben ganz unabhängig von der Bedienungsmannschaft zu gestalten, war das Verdienst des Bohrmeisters Kind in Freiberg, durch Erfindung eines Instrumentes, dessen Wirksamkeit an die leicht zu erfüllende Bedingung geknüpft war, das Bohrloch bis zu einer gewissen Höhe stets mit Wasser gefüllt zu erhalten. Die Einrichtung des Kind'schen Freifallinstrumentes (Fig. 8) beruht nun darauf, dass ein auf dem oberen Schafte s desselben frei spielender Kolben k von dem an-

nähernden Durchmesser des Bohrloches auf eine das Abfallstück fassende Greifzange z derartig einwirkt, dass diese in höchster Stellung des Bohrzeuges durch einen mit jenem Kolben verbundenen Anschlag a geöffnet, in tiefster Stellung dagegen wieder geschlossen wird.

Um nicht zu weitschweifig zu werden, muss ich mich auf diese kurze Bemerkung beschränken und es mir aus gleichem Grunde versagen, noch auf ein anderes sehr bewährtes Freifallinstrument für festes Gestänge einzugehen, obgleich ich dies in dankbarer Erinnerung an den früheren Oberbohrinspector Zobel, den Erfinder desselben, gern gethan haben würde; aber die Bemerkung will ich doch einfliefsen lassen, dass das Gelingen des unter Leitung des Vorhergenannten hergestellten und bezüglich seiner Tiefe hervorragenden Bohrloches nicht an letzter Stelle dem Zobel'schen Instrumente zuzuschreiben war: jenes Bohrloch ist dasjenige bei Speremberg, welches in 1633 Tagen eine Teufe von über 1300^m erreichte.

Diese und noch manche andere Bohrinstrumente, welche in erster Linie beim Bohren mit festem Gestänge Verwendung finden, werden zum Theil, entsprechend zugestutzt, auch verwerthet bei der Seilbohrmethode, also bei demjenigen Verfahren, das an Stelle des festen Gestänges das Seil treten lässt. Die Umgestaltungen sind indessen nicht so durchgreifender Natur, als dass die Aufzählung derselben besonders interessiren könnte; ich will deshalb nur bemerken, dass bei den bewährtesten Seilbohrinstrumenten das Fabian'sche Freifallstück und der Kolben oder Hütchen des Kind'schen Instrumentes eine hervorragende Rolle spielen.

Wollte ich ganz folgerichtig verfahren, so müsste ich nunmehr die Bohrinstrumente für das Wasserspül- und Diamantbohrverfahren erklären; ich will dies aber lieber erst thun, wenn ich zur Besprechung jener Systeme selbst komme, und zunächst die Besprechung der älteren Bohrmethoden zu Ende zu führen suchen.

Beim Seilbohren wie auch beim stofsenden Bohren an festem Gestänge wird die Auf- und Abbewegung, und zwar mit einem Hube von 30 bis 60^{cm}, vermittelt durch einen doppelarmigen Holzbalancier, Bohrschwengel genannt, an dessen einem Ende die Mannschaft oder ein Dampfmotor wirkt, während an dem anderen das Gestänge oder das Seil durch Vermittelung der sog. Nachlassschraube (Fig. 9) mit dem Balancier verbunden ist. Zweck der letzteren ist, bei fortschreitendem Bohren das Gestänge verlängern zu können, ohne schon eines der bereit zu haltenden kurzen Gestängestücke einschalten zu müssen. In vielen Fällen hängt der genannte Schraubenapparat unmittelbar am Balancier; bei den preufsisch-fiscalischen Bohrversuchen ist es aber in der Regel Gebrauch, zur Vermeidung übergrofser Erschütterungen zwischen Bohrschwengel und Gestänge einen Gummipuffer einzuschalten.

Beim Seilbohren muss die Nachlassschraube (Fig. 10) deshalb eine andere Gestalt haben, weil das Seil, welches das Bohrinstrument durch den Bohrschwengel in Bewegung setzt, mit dem Auszugsseil gleichbedeutend ist; aus diesem Grunde trägt in diesem Falle die Schraube an ihrem unteren Ende ein Klemmfutter k, welches mit so viel »Häng«, wie sich der Bergmann ausdrückt, das Kabel- bezw. Bohrseil umfasst, dass letzteres weder bei der Abbewegung des Bohrschwengels noch bei dem fortschreitenden Bohren bis zu etwa $^3/_4$^{m} straff gezogen wird.

In Fig. 11 ist nun ein vollständig zusammengesetzter Gestängebohrapparat dargestellt, und zwar mit dem Bohrschwengel b, der Nachlassschraube n, dem Drehkrückel d, dem Gestänge g, dem Freifallinstrumente f, dem Bohrklotze k und dem Meifsel m.

Ist die Vertiefung des Bohrloches bis zu den vorhergenannten $^3/_4$^{m} fortgeschritten, so muss das Gestänge aufgeholt werden, theils um den stumpf gewordenen Meifsel auszuwechseln, theils um den erzeugten Bohrschmant aus dem Tiefsten zu entfernen, ihn, bohrtechnisch ausgedrückt, zu löffeln.

Der zum Löffeln zu benutzende Apparat (Fig. 12) besteht aus einem Blechcylinder b, der an seinem unteren Ende einen zugeschärften, stählernen Schuh s behufs besseren Eindringens in den Bohrschmant trägt und auf welchen eine sich nach innen öffnende Ventilklappe v aufschlägt. Das Hinablassen des Löffels in das Bohrloch geschieht am Seil eines Haspels, nachdem zwischen Seil und Löffel eine Rutschscheere und ein Beschwerungsstück eingeschaltet worden war. Durch pumpartiges Auf- und Abbewegen des 1$^1/_2$ bis 2^m hohen Löffels füllt sich derselbe allmählich mit Bohrschmant und muss nach jedesmaliger Füllung zu Tage gefördert werden.

Beim Seilbohrbetriebe geschieht zwar das Löffeln in gleicher Weise wie beim Gestängebohren, aber, weil bei letzterem vor Beginn der Löffelarbeit jedesmal das auszuziehende Gestänge in seine Stücke zerlegt und vor Neubeginn der eigentlichen Bohrarbeit wieder zusammengeschraubt werden muss, so ergiebt sich hieraus für das Gestängebohren ein grofser Zeitverlust gegenüber dem Seilbohren. Um eine bestimmte Angabe zu bringen, so bemerke ich, dass zum Ausholen von 300^m Gestänge mindestens 30 Minuten erforderlich sind.

Wir werden uns nunmehr eine kurze Zeit mit den Einrichtungen über Tage zu beschäftigen haben, welche vor Beginn der Bohrarbeit zur Stelle sein müssen.

Wenn man von den ganz primitiven Bohrversuchen absieht, so gehört hierzu in erster Linie der Bohrthurm t (Fig. 15), der, über dem zu schlagenden Bohrloch erbaut, im wesentlichen besteht aus einer auf dem Erdboden oder Fundamenten ruhenden Schwellenlage von 6 bis 8^m im Quadrat, in deren Ecken vier nach oben sich nähernde Rüstbäume eingezapft sind, die unter dem bekrönenden Dache die Führungsrolle der Gestängekabelkette r (Fig. 15), die des Löffelhaspelseiles sowie die Haken zur Aufhängung der ausgezogenen Gestängestücke tragen. Beim Seilbohren fallen letztere natürlich fort; auch kommt man bei diesem Verfahren mit einer Thurmhöhe von 15^m bequem aus; beim Gestängebohren geht man dagegen behufs möglichster Einschränkung des Gestängezerlegens bis auf 24^m für die Höhe des Bohrthurmes.

Aufser den genannten Gegenständen birgt der Thurm mit seinen Anbauten die Betriebsmaschine, die sich bis weit in die 60er Jahre hinein noch als stationäre Fördermaschine mit eingemauertem Kessel darstellte, während dieser schwerfällige Apparat jetzt überall der Locomobile gewichen ist. Der Motor hat beim Gestänge- wie beim Seilbohren mittelst Riemen den Gestänge- bezw. Seilkabel sowie den Löffelhaspel zu treiben, hinsichtlich der Erzeugung der schwingenden Bewegung des Bohrschwengels tritt dagegen bei den augenblicklich in Rede stehenden Verfahren wegen der in der Regel angewendeten Bohrinstrumente eine Verschiedenheit ein. Wie erwähnt, erfordern die bei dem stofsenden Gestängebohren benutzten Freifallinstrumente zur leichteren Auslösung des Abfallstückes, und zwar, wenn der Bohrschwengel seine höchste Stellung auf der Gestängeseite erreicht hat, eine Stofswirkung bezw. einen Prellschlag, während beim Seilbohren mit der Rutschscheere u. dgl. etwas derartiges nicht nöthig ist. Hieraus ergiebt sich, dass bei letzterem Verfahren die schwingende, in diesem Falle sanfte Auf- und Abbewegung des Bohrschwengels in fester Verbindung mit Kurbel und Pleuelstange durch eine rotirende Welle hervorgerufen werden kann; die Bewegungsart des Schwengels beim Gestängebohren lässt sich dagegen etwa schematisch vergleichen mit der Anordnung einer einfach wirkenden Cornwallmaschine aus ihrer ersten Verwendungszeit, also mit einer nachgiebigen Kettenverbindung auf der Kraftseite zwischen Schwengel und Kolbenstange eines Dampfcylinders.

In Wirklichkeit gestaltet sich danach die Sache so, dass beim Seilbohren die Kabeltrommelwelle aufser ihrem eigentlichen Zweck auch zur Bewegung des Bohrschwengels dient, während beim Gestängebohren unter dem Schwanzende des letzteren ein besonderer Dampfcylinder mit Hand- oder Selbststeuerung aufzustellen ist. Dem über den Kraftangriffspunkt hinaus verlängerten Schwengel wird dabei Gelegenheit gegeben, ähnlich wie bei Aufwerfhämmern, auf ein Prellholz (Fig. 11) aufschlagen zu können. Hinsichtlich der Lagerung der Bohrschwengel-Drehaxe habe ich noch zu bemerken, dass dieselbe so angeordnet sein muss, dass vor Beginn des Gestängeausziehens bezw. Löffelns der Schwengel leicht aus dem Bereiche des Bohrloches entfernt werden kann.

Sind alle die vorher bezeichneten Bauarbeiten ausgeführt, so wird innerhalb des Bohrthurmes, mit dem künftigen Bohrloch als Mittelpunkt, ein kleiner Schacht eingebaut

und die erste Verröhrung des Bohrloches durch den sog. Täucher gebildet. Dieses aus Holz oder Eisen hergestellte Rohr, welches den Zweck hat, dem Gestänge bei beginnendem Bohren als Führung zu dienen und den Nachfall der oberen, lockeren Erdschichten ins Bohrloch zu verhindern, muss genau unter das Gestänge-Angriffsende des Schwengels eingebracht und die Einsenkung möglichst bis auf festes Gestein bewirkt werden.

Nach Fertigstellung vorgenannter Gegenstände kann das Bohren nun beginnen; da wir dies aber den Herren Bohrtechnikern überlassen müssen, will ich, die Besprechung der älteren Bohrmethoden beschliefsend, nur noch kurz zu skizziren versuchen, wofür der Bohrunternehmer besonders zu sorgen hat, um das Gelingen des Versuches zu sichern.

Aufser der Wahl des Systemes ist je nach Art und Tiefe des zu durchbohrenden Gesteines das wichtigste die Bemessung des Durchmessers, mit welchem das Bohrloch angesetzt werden soll, weil es immer erforderlich sein wird, das Bohrloch zur Vermeidung des so schädlichen Nachfalles ganz oder theilweise zu verröhren. Tritt nun aus irgend einem Grunde der Fall ein, die eingelassene Röhrentour nicht weiter senken zu können, so muss die Verrohrung von über Tage von neuem begonnen und natürlich der äufsere Durchmesser der zweiten Tour noch um ein gewisses Mafs kleiner als die lichte Weite der ersten gewählt werden. Bei öfter eintretender Nothwendigkeit dieses Verfahrens würde aber der Bohrversuch scheitern müssen, wenn der anfängliche Durchmesser nicht grofs genug gewählt worden wäre.

In früherer Zeit, als sich die Röhrenwalzwerke noch in der Kindheit befanden, musste man für Lochdimensionen von über 200mm ausschliefslich genietete Röhren anwenden; dank der inzwischen vervollkommneten Fabrikation geschweifster Röhren haben aber jetzt alle anderen Arten nur noch ein geschichtliches Interesse und kann ich diese deshalb füglich übergehen.

Während der Bohrarbeiten treten zuweilen trotz aller Vorsicht und vervollkommneter Einrichtungen durch Gestänge-, Meifsel- oder Seilbrüche sehr bedenkliche Störungen ein, und bleibt es der besonderen Findigkeit des leitenden Bohringenieurs vorbehalten, die geeigneten Werkzeuge zum Wiederheraasholen der zu Bruch gegangenen Bohrwerkzeuge anzuwenden.

Es ist erklärlich, dass die Zahl der sogenannten Fangwerkzeuge im Laufe der Zeit eine sehr grofse geworden ist, doch greife ich behufs kurzer Besprechung nur die beiden gebräuchlichsten, und zwar den sogenannten Glückshaken (Fig. 13) und die Fangfallscheere (Fig. 14) heraus.

Der an ein Gestängestück angeschweifste Glückshaken gleicht im Grundriss auffallend der Gestalt eines gekrümmten Zeigefingers und soll, mittelst des Gestänges bis vor den Unglücksort hinabgelassen, den Zweck haben, sich unter einen der Bunde des abgerissenen Gestänges festzusetzen, um so das Ausziehen des letzteren zu ermöglichen. Die Fangfallscheere ähnelt insofern einem Theile des Kind'schen Freifallinstrumentes, als auch hier ein konischer Ring r zwei federnde, verzahnte Schienen s in geeignetem Augenblick ebenso sich nähern lässt, wie der Ring des genannten Freifallinstrumentes die beiden Theile der Greifzange. Ebenfalls mittelst Gestänges in das Bohrloch hinabgelassen, werden die verzahnten Schienen durch ein eingeklemmtes Holzstück h aus einander gespreizt erhalten; nimmt aber nun der vorspringende konische Ring das obere Ende des abgerissenen Gestänges in sich auf, so wird letzteres durch Stofs jenes Holzstück aus seiner Lage befreien und der Ring die zusammenfedernden Greifschienen an das Gestänge um so fester anpressen, je kräftiger die Aufzugsversuche ausfielen.

Erweisen sich aber alle sozusagen gütlichen Versuche, das Bohrloch wieder frei zu machen, fruchtlos, so tritt als letztes Hülfsmittel ein Zermeifseln der verloren gegangenen Bohrstücke ein; aber man kann sich denken, welch' mühevolle Arbeiten bei immerhin zweifelhaftem Erfolge mit einer derartigen Verrichtung verknüpft sind. Schliefslich versucht man es wohl auch noch mit Dynamitsprengungen, aber dieser Verzweiflungsschritt führt nur selten zum Ziel oder lässt mindestens gleichzeitige Zerstörung der Bohrlochswände und der Verrohrung erwarten.

Indem ich nun zu den neueren und neuesten Bohrmethoden übergehe, glaube ich allerdings, mich vielleicht etwas zu lange mit den älteren Systemen beschäftigt zu haben; es erwächst aber immerhin der Vortheil für mich daraus, einzelne Arbeitsstücke und Einrichtungen, die ich vorher erklärend brachte und die wir bei den neuen Verfahren im Wesen wieder finden werden, nunmehr ohne jede Erläuterung nennen zu können.

Nach der zu Anfang meines Vortrages eingeführten Eintheilung interessirt uns jetzt das Bohren mit festem, aber hohlem Gestänge, drehend und stofsend, das sogenannte Wasserspülverfahren, ein System, welches nach dem früher gesagten nur dann ein Ausziehen des Gestänges erfordert, wenn die Bohrinstrumente einer Erneuerung oder Reparatur bedürftig werden, aber niemals behufs Entfernung des beim Bohren sich bildenden Bohrschmants, ein Umstand, der auf den ersten Blick eine bedeutende Zeitersparnis bei der Herstellung des Bohrloches erkennen lässt.

Fauvelle war es, welcher zuerst im Jahre 1846 der französischen Akademie der Wissenschaften ein letztere Bedingungen erfüllendes Bohrverfahren zur Prüfung vorlegte. Dasselbe gipfelte darin, dass er das aus Röhren gebildete Bohrgestänge über Tage mit einer Druckpumpe in Verbindung brachte, mittelst welcher er während des Bohrens einen ununterbrochenen Wasserstrahl auf die Bohrlochsohle austreten liefs. In dem zwischen Gestänge und Bohrlochswänden befindlichen ringförmigen Raume wieder aufsteigend, sollte jener Wasserstrom den Bohrschmant stetig zu Tage befördern. Die praktischen Versuche liefsen indessen bald die Fehler, nicht des Systems, wohl aber seiner Anordnungen erkennen: häufige Brüche des Gestänges wegen allzugrofser Schwere und Einklemmungen des Bohrapparates, hervorgerufen durch den zwar gehobenen, wegen zu geringer Geschwindigkeit des eingepumpten Wasserstrahles aber nicht zu Tage geförderten Bohrschmant, traten ein, und alle diese Umstände schienen dem Systeme das Todesurteil zu sprechen. Zwar gelang es dem Dänen Mortensen, bei Anwendung geringer Rohrdimensionen in Moorgegenden oder in sandigem Thon und mildem Mergel gute Resultate zu erzielen; aber ein vom preufsischen Bergfiscus unternommener Versuch ergab die völlige Unbrauchbarkeit dieses sog. dänischen Verfahrens schon bei Durchsinkung der wesentlich in Betracht kommenden diluvialen Geröllschichten, und zwar wegen der zu geringen Querschnitte der Röhren, welche Gebirgstheile von mehr als Erbsengröfse nicht mehr durchliefsen. Freilich versuchte schon v. Eicken, das vorher erwähnte Festwühlen des Bohrzeuges in dem nicht zu Tage tretenden Bohrschmant dadurch zu verhindern, dass er unter Benutzung gröfserer Rohrdimensionen den das Bohrklein entfernen sollenden Wasserstrahl nicht in der Ringfläche zwischen Futterrohr und Hohlgestänge, sondern in letzterem selbst hinaufsteigen liefs; aber erst dem Oberbohrinspector Zobel gelang es, dieses an und für sich gesunde System lebensfähig zu machen. Es ist mir eine angenehme Erinnerung, schon bei der Installation des ersten Bohrversuches nach dem Wasserspülverfahren, welcher in Preufsen im Jahre 1875 bei Dahme ausgeführt wurde, thätig gewesen zu sein, und bitte ich es nicht als eine Unbescheidenheit meinerseits zu betrachten, wenn ich behaupte, zu dem Gelingen jenes Versuches durch einige von mir vorgeschlagene Constructionen mein Scherflein beigetragen zu haben, wenigstens kann ich ausdrücklich erwähnen, dass Zobel s. Z. mir den Antrag machte, mit ihm gemeinschaftlich ein Patent auf die neuen und eigentümlichen Einzeltheile der Bohreinrichtung zu nehmen; weshalb sich dieser Plan wieder zerschlug, gehört hier nicht zur Sache.

Allerdings war Zobel nur im Stande, diluviale Geröllschichten und tertiären, plastischen Thon, nicht aber feste, ältere Gebirgsschichten zu durchsinken, weil er sich aus Mangel an einem brauchbaren Meifselapparat auf die drehende Arbeit beschränken musste; aber der Stein war einmal im Rollen, und ist es das hohe Verdienst des jetzigen Leiters der preufs. Bohrversuche, des Hrn. Inspectors Köbrich, durch Erfindung eines vortrefflichen Freifallinstrumentes das Wasserspül-Bohrverfahren auch für stofsende Arbeit benutzbar und damit allgemein brauchbar gemacht zu haben.

Wenn ich nun kurz die wesentlichsten Einrichtungen einer Tiefbohranlage nach dem Wasserspülverfahren (Fig. 15), die sich über Tage zu befinden haben, aufzähle und sage, dass sie bestehen in einer der beabsichtigten Bohrlochtiefe entsprechend starken Locomobile *l* mit Umsteuerung, aus einem kräftigen Kettenkabel *k* zum Einlassen und Ausziehen der Bohr- und Futterröhren, ferner in der Regel aus einem doppeltwirkenden Bohrcylinder *c* zur Bewegung des Schwengels *b*, an letzter Stelle aber bezeichne die doppeltwirkende Wasserpumpe *W*, welche das Spülwasser unter einem gleichbleibenden Drucke von 5^{atm} vor Ort zu bringen und mit Bohrschmant gesättigt wieder zu Tage zu treiben hat, so komme ich damit zu sprechen auf den wichtigsten, kennzeichnenden Theil einer Wasserspülanlage: auf die Futter- und Bohrröhren, und zwar auf deren Abmessungen, die Art ihrer Zusammenfügung, die Einrichtungen zum Einpressen der Futterröhren und diejenigen zum Ein- und Auslassen des Spülwassers.

Die Erfahrungen der französischen Bohrtechniker Chanois und Catelineau, die darauf beruhen, dass der aufsteigende Spülwasserstrom mindestens die Geschwindigkeit von 1^m pro Secunde besitzen muss, um grofse Kiesel aus dem Bohrloche herauszubefördern, waren dem preufs. Bergfiscus mafsgebend, die Abmessungen der Bohrröhren in ein bestimmtes System zu bringen. Man entschied sich hiernach, namentlich im Hinblick darauf, dass die Durchsinkung der norddeutschen Diluvialgerölle in Frage kam, dem Hohlgestänge einen lichten Durchmesser von höchstens 90^{mm} zu geben, darauf Rücksicht nehmend, weder an die Spülpumpe bezüglich des zu schaffenden Wasserquantums, noch an die Mannschaften bei der Handhabung des Gestänges während des drehenden Bohrens übermäfsig grofse Ansprüche zu stellen. Von jenem 90^{mm} weiten Normalrohr ausgehend wählte man dann in auf- und absteigender Stufenfolge die Abmessungen der Futter- und übrigen Arbeitsröhren derartig, dass in dem jeweiligen Ringflächenquerschnitt bezw. in dem Hohlgestänge selbst je nach den auftretenden Gebirgsarten eine genügende Geschwindigkeit des Spülwasserstromes entstehen musste. Ich sagte vorher, diese Geschwindigkeit müsse bei groben Kieseln mindestens 1^m pro Sec. betragen; ich trage hierzu noch nach, dass für feinen Sand eine solche von 0,1^m, bei grobem 0,2^m, bei Sandkörnern bis zu 2^{cm} Durchm. 0,5^m Geschwindigkeit für den aufsteigenden Wasserstrom genügt, um die betr. Gebirgsarten zum Auswerfen über Tage zu bringen; auf 2^m muss aber jene Stromgeschwindigkeit gesteigert werden, um kleine Eisentheile heben zu können.

Der seitens des preufs. Bergfiscus im Herbste 1876 in der Gegend von Memel in Angriff genommene Bohrversuch nach dem Wasserspülverfahren, bei dem zum ersten Male das Köbrich'sche Freifallinstrument praktische Anwendung fand, sollte die Aufsuchung der productiven Steinkohlenformation bezwecken; man richtete sich dementsprechend für eine Bohrlochtiefe von 500^m ein und begann die Ausrohrung mit Futterröhren von 185^{mm} Lichtweite, wählte die übrigen Rohrabmessungen so, dass gebotenen Falles eine Verengung des Bohrloches bis auf 64^{mm} l. W. angängig war, arbeitete, wie vorher schon erwähnt, zunächst mit dem Normalrohr von 90^{mm} und endete mit einem solchen von 35^{mm} l. W., letzteres ausschliefslich in Verwendung bringend beim stofsenden Bohren mittelst des Köbrich'schen Freifallinstrumentes. Leider musste der Memeler Versuch schon bei einer Teufe von etwa 300^m aufgegeben werden, weil schon bei dieser das Fehlen der Steinkohlen führenden Schicht zweifellos feststand, und wenn auch dieser vergebliche Versuch einschliefslich der Kosten für die Baulichkeiten und Bohrröhren etwa 68000 ℳ verzehrte und 7 Monate in Anspruch nahm, so sind mit Rücksicht auf die Wiederbenutzbarkeit der Geräthe und des gröfsten Theiles der Röhren dennoch nur etwa 28000 ℳ als wahre Unkosten einzustellen gewesen, eine verhältnismäfsig geringe Summe in Anbetracht der Erfahrungen, die man gemacht, und mit Rücksicht auf die angenehme Gewissheit, schon bei diesem ersten Versuche für die Tiefbohrungen nach dem Wasserspülverfahren in allen Theilen das richtige getroffen zu haben, so zwar, dass bei den bis in die neueste Zeit zur Ausführung gekommenen preufs. fiscalischen Bohrversuchen in keiner Weise eine wesentliche Aenderung des Systems erforderlich wurde.

Ich habe schon früher die Bemerkung gemacht, dass man seit Jahren von den genieteten Futterröhren ab- und zu den geschweifsten übergegangen sei. Diese Aenderung war aus dem Wunsche hervorgegangen, behufs Einschränkung der Reibung an den Bohrlochswänden und möglichster Verhütung von Klemmungen äufserlich glatte Rohrmäntel zu besitzen; nachdem es aber vor allem auch die deutschen Röhrenwalzwerke gelernt hatten, Röhren von grofsen Durchmessern auch grofse Wandstärken und zwar bis zu 10^{mm} zu geben, ergriff man gern die Gelegenheit, die Rohrstränge auch innen dadurch glatt gestalten zu können, dass man die Röhren an ihren Enden behufs Zusammenschraubens je mit einem Vater- und einem Muttergewinde versah, wodurch das häufige Festklemmen der Bohrwerkzeuge an den Vernietungen der früher in einander gesteckten Röhren beseitigt war. Gleich den glatten Futterröhren hat aber das innen glatte Hohlgestänge für das Wasserspülverfahren insofern besondere Wichtigkeit, als das Nichtvorhandensein von Ansätzen eine Formänderung des im Gestänge aufsteigenden Bohrkleins, welches zur Prüfung des gerade anstehenden Gebirges dienen soll, ausschliefst. Bezüglich der Futterröhren habe ich noch zu bemerken, dass man zur Erleichterung des Einsinkens derselben das unterste Ende der Tour mit einem verstählten Schuh, und das jeweilig oberste mit einem abschraubbaren Aufsatzstücke versieht, um beim Einpressen der Röhrentour, auf das ich gleich zu sprechen kommen werde, Verletzungen des Gewindeansatzes zu verhindern.

Bei den älteren Bohrmethoden schon wendete man zum Einsenken der Futterröhren einen sog. Pressklotz pp_1 (Fig. 16 u. 17) an, bestehend aus einem das obere Ende der Röhrentour umfassenden und sich gleichzeitig auf dieselbe aufsetzenden, ringförmigen Gussstücke, links und rechts versehen mit je einem kräftigen Auge zur Aufnahme der zum Senken der Tour dienenden Pressspindeln ss_1, welche mit den verankerten Schleudern aa_1 (siehe Fig. 15) in Verbindung standen. Diese Anordnung behielt man auch beim Wasserspülverfahren bei, aber es wurde erforderlich, da ja der Wasserspülstrom, wie schon mehrfach erwähnt, unter Druck in das zwischen Futterrohr und Hohlgestänge sich bildende Ringstück bis zum Bohrlochtiefsten einzuführen ist, um mit Bohrschmant gesättigt durch Vermittelung eines drehbaren Ausgussstückes *a* an höchster Stelle des Hohlgestänges wieder abgeleitet werden zu können, ich sage, es wurde erforderlich, Arbeits- und Futterrohr mit wasserdichten Abschlüssen auszustatten. Diese Abschlüsse bewirkte man dadurch, dass man den Pressklotz alter Form mit einem Stopfbüchsenaufsatze bb_1 für das hindurchtretende Arbeitsrohr rr_1 bekrönte und diesen Aufsatz mit einem seitlichen Stutzen *n* für den Eintritt des Spülwassers versah. Behufs Abdichtung des Futterrohres *f* gegen den dasselbe umfassenden Pressklotz griff man zu der bewährten Manschettendichtung *m*, wie wir sie ja alle von den hydraulischen Pressen her als alte bekannte zu begrüfsen haben, und die sich auch im vorliegenden Falle vorzüglich bewährte.

Ich habe schon ganz zu Anfang meines Vortrages von dem Schappenbohrer gesprochen und habe an dieser Stelle zu bemerken, dass, so lange es sich um Durchsinken von Alluvien und Diluvialschichten handelt, auch beim Wasserspülverfahren die Schappe *o* (Fig. 16), in Form einer hohlen Hand am untersten Theile des Hohlgestänges angenietet, die aufserordentlichsten Dienste leistet. Sofern mit der Schappe gebohrt werden kann, bleibt die Arbeit natürlich eine ausschliefslich drehende; das Hohlgestänge hängt mittelst Schelle *t* an der Kabelkette, die nach Bedürfnis nachgelassen wird; ein das Hohlgestänge oberhalb des Stopfbüchsenaufsatzes umfassendes Drehbündel *d*, der uns Maschinenbauern bekannten Drehschelle ganz ähnlich, bewirkt das Rotiren der Schappe, und in dem Mafse, wie das Arbeitsrohr tiefer in das Gebirge eindringt, werden die Futterröhren *f* nachgebracht. Bis zu einer Teufe von 60 bis 80^m geschieht das Niederbringen der letzteren in der Regel noch ohne Anwendung der Pressspindeln, da fast ausnahmslos bei den bis zu dieser Tiefe anstehenden Gebirgsarten wie beim Gestänge so auch bei den Futterröhren ein ruckweises Hin- und Herdrehen und fortschreitendes Wenden nach rechts zum raschen Nachsinken genügt. Sobald nun über feste Gebirgsschichten erreicht

sind, hat sich die bisher drehende Bohrarbeit in die stofsende zu verwandeln. Das Köbrich'sche Freifallinstrument tritt in sein Recht und wie beim Stofsbohren mit massivem Gestänge bedient man sich auch hier des direct am Bohrschwengel wirkenden Dampfbohrcylinders. Soweit die Formation des Gebirges überhaupt noch Futterröhren bedingt, müssen diese nunmehr mittelst der schon erwähnten Presspindeln niedergebracht werden.

Das Köbrich'sche Freifallinstrument (Fig. 18), welches dem Erfinder s. Z. für Preufsen patentirt wurde, ähnelt, wie schon gesagt, seiner Grundidee nach dem früher von mir beschriebenen Fabian'schen Apparat, allerdings mit dem wesentlichen Unterschiede, dass das Abfallstück *a*, welches von der umschliefsenden Hülse *h* aufgenommen und abgeworfen wird, in gleicher Weise wie der sich an dasselbe anschliefsende Bohrklotz und Bohrer (Fig. 17, *x* und *y*) behufs Ableitung des gesättigten Spülwassers durchbohrt ist. Am Kopf ist die Hülse *h*, auch Mantelrohr genannt, durch Muffe *m* mit dem Hohlgestänge verschraubt, und hat auch bei diesem Werkzeuge, wie beim Presskl0tze, die Manschettenabdichtung die vortheilhafteste Verwendung gefunden. Weil, wie bekannt, das Spülwasser in das Ringstück zwischen Futter- und Arbeitsrohr eintritt, um seinen Rücklauf durch das Hohlgestänge zu nehmen, wurde das unerwünschte Eindringen von Schmantwasser in das Mantelrohr von unten her durch die untere Manschette *g* unmöglich gemacht; da es aber zeitweise wünschenswerth wird, den Wasserstrom umzuschalten, also das Druckwasser vom Hohlgestänge aus wirken zu lassen, so war die Hinzufügung einer zweiten Manschette *g*, geboten, welcher die Aufgabe zufällt, den Austritt von Wasser zwischen Mantelrohr und Abfallstück nach unten zu verhindern.

Als Bohrer, welche sich an die Bohrstange anzuschliefsen haben, haben sich der Kreuzmeifsel, ein mit vier radial gestellten Schneiden, und der Flachmeifsel *y* mit centraler Durchbohrung besonders bewährt, und ist es gestattet, sie in der Minute etwa 30 mal stofsend wirken zu lassen.

Ich komme nun zum Schlusse noch auf die vierte Methode, auf das Diamantbohrverfahren, zu sprechen.

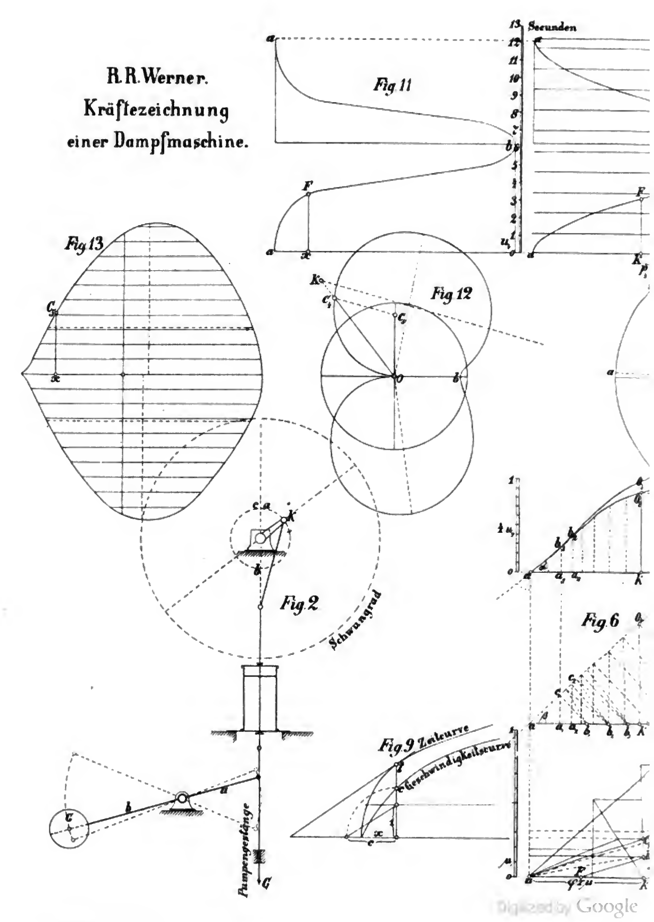
Es gebührt einem Genfer Uhrmacher Lechot das Verdienst, durch eine Erfindung, auf die ich sogleich zurückkommen werde, den Anstofs gegeben zu haben, das rotirende Bohren in festem Gesteine praktisch zu gestalten. Schon in den 30er Jahren wendete nämlich Lechot zur Bearbeitung von Rubinen einen Apparat an, der, in der Hauptsache aus einem mit schwarzen Diamanten garnirten Stahlringe bestehend, unter Zuführung von Spülwasser in schnelle, rotirende Bewegung gesetzt werden konnte, und ebenso, wie wir zu Anfang der 50er Jahre diesen Gedanken in grofsartigstem Mafse bei der Durchbohrung des Mont-Cenis verwerthet finden, so ermunterten diese Erfolge zur Construction einer ganzen Reihe von Gesteinsbohrmaschinen für Minirarbeiten. Die hiermit erzielten Resultate spornten die Tiefbohrtechniker an, auch auf ihrem Gebiete die nunmehrige Möglichkeit zu verwerthen, sog. Bohrkerne zu erzeugen, d. h. also, cylindrische Körper zu erbohren, welche die durchsunkenen Gebirgsschichten in getreuester Weise darstellen, nicht allein hinsichtlich ihrer Aufeinanderfolge, sondern auch bezüglich des Fallens und Streichens derselben. Schon 1861 erreichte man in den Oeldistricten Amerikas mit der Diamantröhrenbohrung schöne Resultate und gaben diese Veranlassung zur Bildung von Bohrgesellschaften in Amerika und England, deren letztere unter Benutzung der Beaumont'schen Bohrmaschine indessen erst dann wirklich zu gedeihen anfing, als der bekannte Ingenieur Schmidtmann mit grofser Energie und Sachkenntnis die Arbeiten jener Gesellschaft zu leiten begann und mit den von ihm verbesserten Apparaten zuerst in Böhm. Brod, dann in Rheinfelden in der Schweiz, in den letzten Jahren aber in der Aschersleber Gegend die überraschendsten Erfolge erzielte.

Es würde nun hinauslaufen auf eine Wiederholung eines Vortrages des Hrn. Ramdohr, der, gehalten im Jahre 1877 im Thüringer Bezirksverein, im XXII. Jahrgang unserer Zeitschrift veröffentlicht ist, wollte ich hier auf die Einzelheiten der Diamantbohrung näher eingehen; ich beschränke mich deshalb darauf, daran zu erinnern, dass bei dem in Rede stehenden wie bei dem vorher besprochenen Wasserspülverfahren ein hohles Bohrgestänge in Anwendung kommt, welches an seiner tiefsten Stelle die Lechot'sche Bohrkrone trägt, ferner, dass die Bohrmaschine, über dem Bohrloch aufgestellt, sämmtliche Vorrichtungen zur Erzeugung der Drehung des Gestänges, zum Heben, Senken, Lüften und gänzlichen Herausholen desselben, zum festeren oder sanfteren Andrücken der Bohrkrone gegen das zu durchbohrende Gestein, die Gegengewichte zum annähernden Ausgleichen der Gestängelast sowie endlich zwei Druckpumpen zum Eintreiben von Spülwasser in sich vereinigt und durch eine kräftige Locomobile betrieben eine Form zeigt, wie sie u. a. im Dingler'schen Journal s. Z. abgebildet worden ist. Erwähnen will ich aber weiter noch, dass das Hohlgestänge in drei Abtheilungen zerfällt, und zwar in das sog. Arbeitsrohr, welches, in der hohlen Spindel der Bohrmaschine mittelst Spiralklemmfutters befestigt, den Pressklotz durchdringt, alsdann in das sich an das Arbeitsrohr anschliefsende Gestänge, dessen einzelne Längen mittelst Gewindemuffen verkuppelt sind, nicht allein zum Zwecke der Rohrverbindung, sondern auch um die rotirenden Arbeitsröhren vor Abnutzung durch Reibung an den Bohrlochswänden zu schützen. An das Arbeitsgestänge schliefst sich endlich das Kernrohr mit der Bohrkrone zur Aufnahme des zu erbohrenden Kernes an, und zwar unabhängig von dem Durchmesser des Arbeitsgestänges in Abmessungen, wie es die jeweilige Bohrlochweite eben noch gestattet.

So hoch nun die Vortheile des Diamantbohrverfahrens an und für sich zu schätzen sind, sowohl wegen der Kernerzeugung wie auch wegen der grofsen Leistungsfähigkeit, so zwar, dass in 12 stündiger wirklicher Arbeit schon bis 9^{m} in festem Gesteine gebohrt worden sind, so machen doch Art und Lagerung der Gebirgsschichten häufig die ausschliefsliche Anwendung des Diamantbohrverfahrens, wenn nicht unmöglich, so doch sehr beschwerlich. Weiche Thongebilde, welche aufgerieben und durch das Spülwasser plastisch geworden, erzeugen Schlammwülste und in der Folge Klemmungen des Bohrzeuges; bei grofskörnigen, durch leicht zerreidliche Bindemittel zusammengefügten Conglomeraten bleiben häufig die Geröllstücke auf der Bohrsohle zurück und wirken zerstörend auf die Bohrkrone, so dass dadurch das Gelingen des Bohrversuches sehr leicht gänzlich in Frage gestellt werden kann.

Der jetzige Leiter der preufs. fiscalischen Bohrversuche war sich der grofsen Vortheile, die nach dem vorhergesagten mit dem Diamantbohrverfahren verknüpft sind, wohl bewusst; aber, um nicht gleichzeitig die Nachtheile desselben mit in den Kauf zu nehmen, verband derselbe in geschickter und einfachster Weise das Wasserspül-Schappen- und Stofsbohrverfahren mit der Diamantbohrmethode derartig, dass je nach Bedürfnis das eine oder andere System in Thätigkeit gesetzt werden kann.

Hr. Bohrinspector Köbrich erreichte das gesagte dadurch, dass er auf der ersten Bühne im Bohrthurm (Fig. 15) einen mit 4 Laufrädern versehenen Holzrahmen *h* anordnete, welcher den aus zwei konischen Rädern und Riemenscheibe bestehenden Antriebsmechanismus für die in dem horizontal laufenden Rade auf- und abbewegliche Bohrspindel *p* trägt. Betrieben vom Vorgelege des Hauptkabels *k* (Fig. 15) ist die Bohrspindel mit einem Klemmfutter *K* für das Arbeitsrohr (Fig. 19), wie bei der vorher erwähnten Beaumont'schen Bohrmaschine, versehen, hängt während der Arbeit durch Vermittelung einer Schelle *s* und zweier Hängeeisen an dem vorderen Theile des Bohrschwengels, und übernimmt letzterer, veranlasst durch eine einfache Windevorrichtung, je nach dem Fortschreiten der Bohrarbeit nicht allein das allmähliche Tiefersinken des Bohrgestänges, sondern auch dadurch, dass das rückwärtige Schwengelende mit einem entsprechenden Gegengewichte belastet wird, so weit die Gewichtsausgleichung des Gestänges, dass der Druck der sich drehenden Bohrkrone auf das zu durchbohrende Gestein nur noch 250 bis 400^{kg} beträgt. Betrachtet man diese Anordnung, so leuchtet es ein, dass es nur des Abschraubens des Arbeitsrohres vom Gestänge und der Lösung der Verbindung zwischen Bohrschwengel und Bohrspindel bedarf, um den Rotationsapparat aus dem Bereiche des Bohrloches abfahren zu können und die Anlage sofort zum Wiedereintritt in das Stofsbohrverfahren zu befähigen. Dass sich umgekehrt die Umwandlung von Stofsbohr- in Diamantbohrverfahren ebenso einfach gestaltet, liegt auf der Hand.



R. R. Werner.
Kräftezeichnung
einer Dampfmaschine.
Fig 11
Secunden
Fig 13
Fig 12
Fig 2
Schwungrad
Fig 6
Fig 9 Zeitcurve
Geschwindigkeitscurve
Pumpengestänge

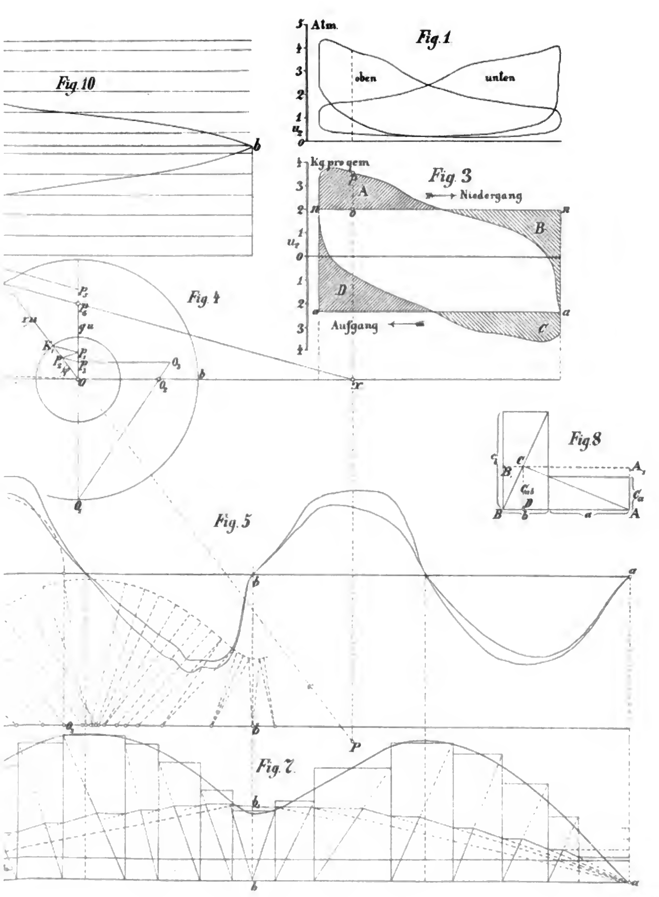


Fig. 1
Atm.
oben
unten
Fig. 3
Kg pro qcm
Niedergang
Aufgang
A
B
C
D
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 7.
Fig. 8
Fig. 10

Sieht man von dem hohen wissenschaftlichen Interesse ab, welches das Kernbohren in sich birgt, so hat dasselbe in neuester Zeit für die Unternehmer von Tiefbohrungen insofern einen erhöhten praktischen Werth erhalten, als es jetzt die preufsische bergbauliche Aufsichtsbehörde zum Grundsatz erhoben hat, Schurfscheine nur dann zu ertheilen, wenn die gemutheten Mineralien nicht blos im Bohrschmant oder in Lösungen, sondern auch in Gestalt von Bohrkernen nachgewiesen worden waren; hauptsächlich aus dem Grunde, um unbegründete Hoffnungen nicht aufkommen zu lassen, wie solche zuweilen durch unlautere Hantirungen seitens einzelner Bohrunternehmer erweckt worden waren.

Zum Schluss erlaube ich mir noch, die überraschenden Bohrresultate anzuführen, welche in jüngster Zeit mit dem vereinigten Wasserspül- und Diamantbohrverfahren erreicht worden sind. Acht Tage nach Feststellung des Bohrpunktes, den ich im Auge habe, genügten, die gesammte Bohranlage, wie solche Fig. 15 abgebildet ist, einschl. der Gebäulichkeiten aufzustellen. Während der nächsten 6 Tage mit 100 Stunden wirklicher Bohrarbeit wurde das Bohrloch mit der Schappe auf 26^{m} Teufe gebracht, in ferneren 20 Tagen bezw. 238 Stunden wirklicher Bohrarbeit mit dem Köbrich'schen Freifallinstrument weitere 42^{m} erbohrt, endlich aber in 5 Monaten und 12 Tagen mit 1414 wirklichen Bohrstunden dasselbe mit der Diamantbohrmaschine auf 1100^{m} vertieft.

Kräftezeichnung einer Dampfmaschine.[1])

Von Professor R. R. Werner in Darmstadt.

(Hierzu Tafel XXXIX.)

Um sich eine möglichst klare Vorstellung von dem Gang einer Dampfmaschine zu machen, genügt nicht blos die Betrachtung und Messung der mit dem Indicator erzeugten oder auf gewisse Annahmen hin construirten Dampfdruckdiagramme und das Zählen der in der Minute gemachten Umdrehungen, sondern man hat auch die den Dampfdruck auf die Arbeitsmaschinen übertragenden Kräfte an besonders wichtigen Uebergangspunkten zu messen, die jedem Kolbenstand entsprechende Geschwindigkeit aufzuzeichnen und die Zeitdauer der zwischen den Bewegungswechseln liegenden Arbeitsperioden zur Darstellung zu bringen.

Die Kräfte, Wege, Geschwindigkeiten und Zeiten sind zwar von einander abhängig, die ersteren aber meistens in so zahlengesetzloser Weise gegeben, dass sie sich nur auf graphischem Weg als Functionen der anderen Gröfsen darstellen lassen.

Die erste Anregung zu dieser Veröffentlichung einer Kräftezeichnung habe ich in den seit dem Jahre 1875 erschienenen Mittheilungen über die hochinteressanten Wasserhaltungsmaschinen mit Rotation und Hubpausen des Civilingenieurs Carl Kley in Bonn gefunden[2]). Für die Construction dieser Maschinen, mit der bis zu Null (oder, beim Gang ohne Hubpause, bis nahe zu Null) wechselnden Umfangsgeschwindigkeit des Schwungrades und mit verhältnismäfsig grofsen Gestängemassen und Arbeitswiderständen, lohnte sich ganz besonders die graphische Entwickelung; ich habe deshalb auch eine Kley'sche Rotations-Kataraktmaschine als Beispiel für die Anwendung meines Verfahrens gewählt.

Das Indicatordiagramm Taf. XXXIX Fig. 1 und die Hauptabmessungen dieser Maschine sind der unter 13. verzeichneten Quelle entlehnt. Das Schema Fig. 2 stellt jedoch der leichteren Uebersicht wegen die dort gezeichnete Maschine directwirkend dar, während dieselbe in Wirklichkeit eine Balanciermaschine ist. Die Dampfseite des Balanciers ist noch so viel (um das $^{4}/_{3}$fache) verlängert, dass die auf der Schwungradwelle sitzende Kurbel, von der am Balancierende angehängten Lenkstange getrieben, am Dampfcylinder frei vorbeischlägt. Zwischen den beiden Angriffspunkten für Dampf- und Lenkstange ist das Gegengewicht, für welches in Fig. 2 ein besonderer Balancier angeordnet werden musste, auf den Balancier aufgeschoben. Die Luftpumpe wird von einem kurzen Hebelarme der Schachtseite des Balanciers bethätigt.

Die Abmessungen sind für die vorstehende directe Anordnung so gewählt, dass die davon abhängigen Kräftewirkungen dieselben sind, wie die der Balanciermaschine.

Die Maschine kann folgende Gangarten annehmen. In Fig. 2

Fall 1. *akb*: untere Hubpause
bka: obere » »
akb: untere » » u. s. w.

2. *akbc*: obere Hubpause
cbka: obere » »
akbc: u. s. w.

3. *akbca*: obere Hubpause
akbca: obere » » u. s. w.

Den ersteren Fall mit der oscillirenden Bewegung und den zwei Hubpausen halte ich in Beziehung auf Wartung und Instandhaltung der Maschine für den wenigst günstigen, indem mit einer Hubpause von gehöriger Länge auf jede noch so geringe Fördermenge herabgegangen werden kann.

Dem Falle 3 soll der Vorzug gegeben und derselbe der folgenden Entwickelung zu Grunde gelegt werden.

Die vorliegende doppeltwirkende Dampfmaschine von 1^{m} Kolbendurchmesser und 1,9^{m} Hub treibt drei Drucksätze von zusammen 200^{m} Tiefe mit Taucherkolben von 0,395^{m} Durchm. Unter diesen Drucksätzen stehen noch zwei Saugesätze von zusammen 60^{m} Tiefe, im ganzen also fünf Pumpensätze für 260^{m} Förderhöhe.

Bezeichnet man mit

G das gesammte Gestängegewicht in Kilogramm.

G_1 das Gegengewicht, gegenwirkend durch die Hebelarme b und a auf das Gestänge mit dem Gewichte

$$\frac{b}{a} G_1.$$

f die Dampfkolbenfläche in Quadratcentimeter.

p_n die mittlere indicirte Dampfspannung für den Kolbenniedergang in Kilogramm pro Quadratcentimeter Kolbenfläche.

p_a die mittlere Spannung für den Kolbenaufgang.

W_n hydrostatischer auf die Taucherkolben beim Niedergang ausgeübter Arbeitswiderstand, welcher genügend genau während des ganzen Hubes constant angenommen werden kann.

W_a Zug der Saugekolben beim Aufgang.

rW_n Reibungswiderstand des Gestänges und des Wassers bei seinem Durchgange durch die Ventile und Steigeröhren.

aW_a Reibungswiderstand beim Aufgange des Gestänges.

S Gewicht des Schwungringes vom mittleren Halbmesser R.

$\frac{S_r}{g} = \frac{R^2}{r^2} \cdot \frac{S}{g}$ dir Masse desselben auf den Kurbelradius $r = 0{,}95^{m}$ bezogen.

Es möge nun angenommen werden, dass bei einer etwa 12 secundlichen Dauer eines Umschwunges (*akbca*) die Kurbel durch den unteren todten Punkt mit einer relativ minimalen Geschwindigkeit c_0 durchgehe; dann muss, sobald die Kurbel in dem todten Punkte bei b angelangt ist, von der lebendigen Kraft, die das Schwungrad vorher aufgenommen

---

[1]) Die Wahl des Ausdruckes »Kräftezeichnung« für eine nach meiner graphodynamischen Methode gemachte Darstellung der Wirkungsweise einer Kraft- oder Arbeitsmaschine beruhte bei dem Suchen nach einer nicht fremdsprachlichen kurzen Bezeichnung auf der Erwägung, dass unter den durch Zeichnung wiederzugebenden Gröfsen die Kräfte vorwiegend mafsgebend sind.

[2]) 1. Patentschrift: D. R.-P. No. 2345, 1. Febr. 1878 von Carl Kley.
2. Wochenschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1878, S. 41, von C. Sachs.
3. Zeitschr. d. Ver. dtsch. Ing. Bd. XXIII, S. 303, von Th. Peters.
4. » » » » » » XXV, S. 479, von Th. Lempe.
5. » » » » » » XXV, S. 529, von A. Geisler.
6. Berg- und hüttenmänn. Ztg. Glückauf, No. 18, 1877.
7. » » » » » No. 98, 1879.
8. Berggeist, No. 85, 1879.
9. Dingl. pol. Journ. 1881. Bd. 242, S. 1 ff. } von Professor
10. » » » 1882, Bd. 243, S. 349 ff. } Gust. Schmidt.
11. Maschinenbauer, 17. Jahrgang, 4. Heft.
12. Moniteur des intérêts materiels No. 20, 1877.
13. Comptes rendus de la Société de l'industrie minerale de St. Etienne, Juin 1877.

hatte, noch ein Theil $= \frac{v_b^2 S_r}{2g}$ mkg erübrigen. Um diesen Betrag muss auch für den Niedergang die widerständliche Arbeitsleistung vergröfsert gedacht werden.

Für das Gestänge dagegen, dessen Geschwindigkeit bei b wieder in Null übergeht, gleicht die Verzögerungsleistung der lebendigen Kraft die anfängliche, auf Beschleunigung aufgewandte Dampfleistung wieder vollständig aus. Man hat alsdann für den Niedergang:

$$\left(p_n f + G - \frac{b}{a} G_1\right) 2r = (W_n + \rho W_n)\, 2r + \frac{v_b^2 S_r}{2g}$$

oder

$$p_n f + G - \frac{b}{a} G_1 = W_n + \rho W_n + \frac{v_b^2 S_r}{4gr} \quad . \quad . \quad (1)$$

und in ganz ähnlicher Weise für den Kolbenaufgang:

$$p_a f - G + \frac{b}{a} G_1 = W_a + \alpha W_n - \frac{v_b^2 S_r}{4gr} \quad . \quad . \quad (2).$$

daraus:

$$(p_n + p_a) f = \left(1 + \rho + \frac{W_a}{W_n} + \alpha\right) W_n \quad . \quad . \quad (3).$$

Für etwa 5 Umdrehungen in der Minute ohne Hubpause ergeben sich die hydraulischen Widerstände bei 0,275 m lichter Rohrweite zu $0{,}015\, W_n$ bezw. $0{,}01\, W_n$, und nimmt man für Niedergang sowohl wie für Aufgang die Gestängereibung zu $^1/_{10}\, W_n$ an, so ist:

$$\rho = 0{,}115 \quad \text{und} \quad \alpha = 0{,}11.$$

Es ist auch

$$\frac{W_a}{W_n} = \frac{60}{200} = 0{,}3$$

$$f = 7854^{qcm}$$

und aus der Fig. 3 ergiebt sich mit dem Mafsstabe von 6,625 mm für die Atmosphäre oder, was dem gleich ist, für den Druck auf den Quadratcentimeter

$$p_n = 2{,}1121$$
$$p_a = 2{,}1828$$

und somit aus Gl: (3)

$$W_n = \frac{(2{,}1121 + 2{,}1828)\, 7854}{1 + 0{,}115 + 0{,}3 + 0{,}11} = 21955^{kg},$$

$$W_a = 6586{,}5^{kg}.$$

Das Diagramm Fig. 3 ist dem in Fig. 1 ursprünglich gegebenen entnommen. Die von der Nullaxe nach oben und nach unten aufgetragenen Ordinaten stellen die wirksamen Drücke auf den Dampfkolben — Hinter- minus Vordruck — für den Niedergang bezw. für den Aufgang desselben dar.

Wenn man die W_n und W_a entsprechenden Werthe aus den Förderhöhen und dem Kolbenquerschnitte der Pumpen ($= 0{,}12254$ qm) berechnet, so erhält man dafür

$$1000 \cdot 0{,}12254 \cdot 200 = 24\,508^{kg} \text{ und}$$
$$1000 \cdot 0{,}12254 \cdot 60 = 7352^{kg}.$$

Die Differenz lässt sich leicht daraus erklären, dass in obiger Rechnung entweder die Reibungswiderstände zu grofs angenommen, oder dass das Indicatordiagramm Fig. 1 oder andere Abmessungen ungenau angegeben sind.

Durch Subtraction der Gl. (2) von der Gl. (1) findet man:

$$(p_n - p_a) f + 2G - 2\frac{b}{a} G_1 = \left(1 + \rho - \frac{W_a}{W_n} - \alpha\right) W_n + \frac{v_b^2 S_r}{2gr} \quad (4)$$

und demgemäfs:

$$G - \frac{b}{a} G_1 = {}^1/_2 (15\,478 + 555{,}27) + \frac{v_b^2 S_r}{4gr}$$

$$G - \frac{b}{a} G_1 = 8016{,}6 + \frac{v_b^2 S_r}{4gr} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4a).$$

Um nun das relative Schwungradgewicht S_r zu ermitteln, nehme man die Geschwindigkeit der Kurbel in ihrer horizontalen Lage, in welcher sie mit der des Gestänges übereinstimmt, aus der Umschwungsdauer als gegeben $= v_{max}$ an. Dann ist die lebendige Kraft des Schwungrades sammt der des Gestänges

$$= \frac{v_{max}^2}{2g}\left(S_r + G + \frac{b^2}{a^2} G_1\right)^{mkg}.$$

Diese lebendige Kraft wird durch den der Fläche A, Fig. 3, entsprechenden Ueberschuss an Dampfarbeit erzeugt. Die Basis nn dieser Fläche, als Nulllinie der auf Beschleunigung wirkenden Ueberdrücke, ist, unter vorläufiger Annahme für das Gewicht S_r, so gewählt, dass die Fläche A (entsprechend der Beschleunigung) gröfser ist als die Fläche B (entsprechend der Verzögerung), und zwar um so viel gröfser, als die bei b noch restirende lebendige Kraft $\frac{v_b^2}{2g} S_r$ erforderlich macht.

Dieselbe Differenz muss für den Kolbenaufgang zwischen der Verzögerungsfläche D und der Beschleunigungsfläche C vorhanden sein, so dass der Inhalt des Rechtecks $\frac{nn}{aa}$ immerhin gleich dem des Kolbendruckdiagrammes, und nur seine Höhenlage von dem Werthe $\frac{v_b^2 S_r}{2g}$ abhängig ist.

Die Fläche A entspricht mit ihrem Inhalte von 237,59 qmm einer auf den ganzen Kolbenhub bezogenen Dampfspannung von 0,5233 atm, oder einer Dampfleistung von

$$7854 \cdot 0{,}5233 \cdot 1{,}9 = 7809{,}3^{mkg}.$$

Eine versuchsweise Ermittelung liefert für die Umdrehungsdauer von 12 Secunden die Geschwindigkeit v_{max} — sie ist nahezu die maximale —

$$v_{max} = 0{,}88819^m;$$

man erhält alsdann, weil

$$\frac{v_{max}^2}{2g}\left(S_r + G + \frac{b^2}{a^2} G_1\right) = 7809{,}3 \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

sein muss,

$$S_r + G + \frac{b_2}{a^2} G_1 = 194\,204^{kg} \quad . \quad . \quad . \quad (5a).$$

Von dem nunmehr für S_r anzunehmenden Werthe hängt die minimale Geschwindigkeit v_b ab, und erscheint es angezeigt, S_r so zu wählen, dass v_b nicht viel geringer als die mittlere Geschwindigkeit v_m ausfällt.

$$v_m = \frac{5{,}969}{12} = 0{,}4974^m;$$

hier ist $S_r = 144\,196^{kg}$ angenommen, daher:

$$G + \frac{b^2}{a^2} G_1 = 50\,008^{kg} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6).$$

Man nehme das Gestänge mindestens so schwer, dass es beim Niedergange nicht auf Knicken beansprucht und auch der den Verbindungen so schädliche Druckwechsel vermieden wird, etwa durch Aufsetzen eines besonderen Gewichtes unmittelbar über dem untersten Druckkolben; also

$$G \gtrless 1{,}115\, W_n \quad \text{oder} \quad G > 24\,480^{kg}.$$

Noch mit Rücksicht auf den zur Beschleunigung des Gestänges nöthigen Druck und der Sicherheit wegen ist hier angenommen

$$G = 27\,128{,}4^{kg}$$

und hiermit aus Gl. (6):

$$\frac{b_2}{a^2} G_1 = 22\,879{,}6,$$

oder weil $\frac{b}{a} = {}^3/_2$ ist:

$$\frac{b}{a} G_1 = 15\,253{,}7^{kg},$$

$$\text{also} \quad G = 10\,168{,}6^{kg};$$

und weiterhin mittelst Gl. (4a):

$$\frac{v_b^2 \cdot 144\,196}{4g \cdot 1{,}9} = 3858{,}1$$

$$v_b = 0{,}44663^m.$$

Um nun die Geschwindigkeit des Kurbelzapfens k, Fig. 4, in irgend einem Punkte seines Weges graphisch herzuleiten, bedarf es zunächst der Ermittelung der auf Massenbeschleunigung in k wirkenden, aus dem Dampfüberdruck op, Fig. 3, resultirenden Tangentialkraft.

Diese Tangentialkraft erhält man, wenn man op auf den Kurbelradius, und zwar im vorliegenden Fall in vierfachem Mafsstabe, also $op_4 = 4\,op$ aufträgt und eine Parallele $p_4 p_5$ mit der Lenkstange kx zieht. op_5 ist dann das gesuchte Mafs für die Tangentialkraft.

Indem nämlich sowohl Px normal ist zum Wege von x — dem einen Endpunkte der Lenkstange — als auch Pk, weil in der Kurbelrichtung liegend, normal zum momentanen Wege von k — dem anderen Endpunkte der Lenkstange —, so sind Px und Pk die Arme der Drehungsmomente für den Dampfdruck bezw. die Tangentialkraft. Diese Kräfte müssen

sich, der Gleichheit ihrer Momente wegen, umgekehrt wie ihre Arme verhalten. Deren Verhältnis ist aber, da die Dreiecke $p_4 o p_5$ und $k P x$ ähnliche sind, dasselbe wie das von $o p_4$ zu $o p_5$, oder, falls man $o p_6$ mit q bezeichnet, $\frac{o p_5}{o p_4} = \frac{q}{r}$.

Aufser der Masse des Schwungrades ist aber auch die des Gestänges zu beschleunigen, welche **Gestängemasse** man auf den Punkt k zu reduciren und der **Schwungmasse** $\frac{S_r}{g}$ hinzuzufügen hat.

Die auf den Kurbelzapfen reducirte Gestängemasse ist aber

$$= \frac{\frac{q^2}{r^2} G + \frac{q^2}{r^2} \frac{b^2}{a^2} G_1}{g}$$

und ist daher die **gesammte zu beschleunigende Masse**

$$= \frac{1}{g} \left[S_r + \frac{q^2}{r^2} \left(G + \frac{b^2}{a^2} G_1 \right) \right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7),$$

welcher Ausdruck nur durch den Quotienten $\frac{q}{r}$ variabel ist.

In Fig. 3 ist 1kg Druck pro 1qcm Kolbenfläche durch

$$\mu_2 = 0{,}00625^{\text{m}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

dargestellt. Daraus ermisst sich der in x wirkende Dampfdruck $= \frac{o p}{\mu_2} f^{\text{kg}}$ und seine treibende Wirkung auf die Kurbel — mit F_r bezeichnet —

$$F_r = \frac{q}{r} \frac{o p}{\mu_2} f \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9).$$

Ferner sei

v die **Geschwindigkeit** in k (in a mit Null beginnend) und

φr der **Weg der Kurbel**;

dann muss unter Verwendung des Ausdruckes (7) sein:

$$v\,dv = \frac{F_r \cdot d(\varphi r)}{\frac{1}{g}\left[S_r + \frac{q^2}{r^2}\left(G + \frac{b^2}{a^2} G_1 \right)\right]} \quad . \quad . \quad . \quad (10).$$

Um auf Grund dieser dynamischen Gleichung die Geschwindigkeit v durch Construction zu finden, bemerke man vorerst, dass der **Mafsstab** für die Kurbellänge, also auch für den Weg φr

$$\mu = 0{,}03535^{\text{m}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

ist. In Fig. 4 ist aber auch, wie schon oben bemerkt, $4 \mu_2 = o p_4$ der Mafsstab für den specifischen Druck, und kann man daraufhin die Gl. (10) schreiben:

$$\frac{v \sqrt{\frac{4 \mu_2 \mu S_r}{g f}}}{F_r \cdot 4 \mu_2 \dfrac{1}{\frac{q^2}{r^2}\left(G + \frac{b^2}{a^2} G_1 \right) + 1}} = \frac{d(\varphi r \mu)}{d\left(v \sqrt{\frac{4 \mu_2 \mu S_r}{g f}} \right)} \quad (10a).$$

Nachdem in der letzten Gleichung die nominellen Werthe der Gl. (10) durch in der Zeichnung darstellbare Abmessungen ersetzt worden sind, so muss auch $\sqrt{\frac{4 \mu_2 \mu S_r}{g f}}$ das **Mafs für je 1 Meter der Geschwindigkeiten** sein. Kurz bezeichnet mit

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{4 \mu_2 \mu S_r}{g f}} = 0{,}04198^{\text{m}} \quad . \quad . \quad . \quad (12).$$

Schreibt man auch noch

$$\frac{G + \frac{b^2}{a^2} G_1}{S_r} = \mathfrak{G} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

$$\mathfrak{G} = \frac{50008}{144196} = 0{,}35 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13a),$$

so hat man für Gl. (10a) einfacher:

$$\frac{v \mu_1}{F_r \cdot 4 \mu_2 \over \frac{q^2}{r^2} \mathfrak{G} + 1} = \frac{d(\varphi r \mu)}{d(v \mu_1)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10b).$$

Um nun die dem linksseitigen Nenner gleiche Strecke

$$\frac{F_r \cdot 4 \mu_2 r}{\left(\frac{q}{r}\right)^2 \mathfrak{G} r + r}$$

zu construiren, ist in Fig. 4 der kleinere Kreis mit dem Radius $\mathfrak{G} r$ geschlagen, dann $k_1 p_1$ parallel zu $k p_6$ gezogen, $p_2 o = p_1 o$ gemacht, $p_2 p_3$ ebenfalls parallel zu $k p_6$ gezogen, die Normale $p_3 o_3 = p_5 o$ abgetragen und $o_3 o_1$ gezogen. Die verlangte Strecke hat man alsdann in $o o_2$, also

$$o o_2 = \frac{F_r \cdot 4 \mu_2}{\left(\frac{q}{r}\right)^2 \mathfrak{G} + 1}$$

und statt (10b):

$$\frac{v \mu_1}{o o_2} = \frac{d(\varphi r \mu)}{d(v \mu_1)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10c).$$

Die Curven der Fig. 5 sind dadurch hergestellt, dass der Kurbelweg $r\varphi = ak$ als Abscisse und $o o_2$ und $o o_3$ als Ordinaten $o_3 k$ und $o_2 k$ aufgetragen sind.

Die innere Curve, kurzweg **Massendruckcurve** genannt, stellt also die auf Beschleunigung der Massen wirkenden Drücke dar, während die äufsere Curve nur den Zweck hat, durch ihre Abweichung von der ersteren den Einfluss des Gestänges auf die Gesammtbewegung zu kennzeichnen.

Die Ordinaten der Massendruckcurve dienen nun in Fig. 6 an der Hand der Gl. (10c) zur Entwickelung der **Geschwindigkeitscurve**, und zwar vermittelst desselben Verfahrens, welches ich in Bd. XXI, S. 365 d. Z. zur graphischen Bestimmung des Inhaltes beliebig begrenzter Flächen angegeben habe.

Der Gl. (10c) geschieht in folgender Weise Genüge:

In irgend einem Punkt a_2 (Fig. 6) des Kurbelweges nehme man vorläufig die Geschwindigkeit v_2, und in der Zeichnung dafür

$$v_2 \mu = a_2 c_2$$

als gegeben an, trage vom Fufspunkte dieser Ordinate die correspondirende der Massendruckcurve $a_2 b_2$ nach rechts (für den **unter** der Nullaxe liegenden Theil der Massendruckcurve nach **links**) ab, und schlage aus b_2 als Mittelpunkt mit dem Radius $b_2 c_2$ einen Bogen, halbwegs von der vorhergehenden Ordinate aus bis halbwegs der folgenden Ordinate. Dasselbe Verfahren ist bei dieser folgenden Ordinate zu wiederholen, dabei aber wohl zu beachten, dass deren Gröfse nicht mehr beliebig wählbar ist, sondern sich dadurch bestimmt, dass der Anfangspunkt des neuen Bogens mit dem Endpunkte des vorhergehenden (in der Mitte zwischen den beiden Ordinaten) zusammenfällt.

Dieses Verfahren, unter zweckmäfsiger Wahl der Anzahl und der Abstände der folgenden und vorhergehenden Ordinaten nach beiden Seiten hin fortgesetzt, liefert in der Umhüllungscurve der einzelnen Bögen die Geschwindigkeitscurve mit hinreichender Genauigkeit.

Im vorliegenden Fall ist aber nicht das der Allgemeinheit wegen als gegeben angenommene a_2, sondern a als Ausgangspunkt der Construction zu nehmen; denn nur in diesem Punkt ist die Geschwindigkeit gegeben, und zwar gleich Null.

Wenngleich in diesem Anfangspunkt aufserdem auch noch der Weg und der Massendruck gleichzeitig gleich Null sind, so ist zwar das angegebene Verfahren immer noch anwendbar, jedoch wird es dadurch erleichtert, dass man mit der Bestimmung der **Anfangsneigung** der Geschwindigkeitscurve gegen die Wegaxe beginnt.

Unter α den Neigungswinkel des Anfangselementes der Massendruckcurve verstanden, ist $\frac{o_2 k}{a k}$ um so genauer $= \operatorname{tg} \alpha$, je kleiner ak ist. Daher wegen $o_2 k = o o_2$ und $a k = \varphi r \mu$,

$$o o_2 = \operatorname{tg} \alpha \cdot \varphi r \mu,$$

und dies in die Gl. (10c) eingesetzt:

$$\frac{d(\varphi r \mu)}{d(v \mu_1)} = \frac{v \mu_1}{\operatorname{tg} \alpha (\varphi r \mu)}.$$

Für den Grenzfall geht aber auch $\frac{v \mu_1}{\varphi r \mu}$ in $\frac{d(v \mu_1)}{d(\varphi r \mu)}$, und beide Quotienten in $\operatorname{tg} \beta$ über, indem man mit β den anfänglichen Neigungswinkel der Geschwindigkeitscurve bezeichnet. Daher

$$\frac{1}{\operatorname{tg} \beta^2} = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \quad \text{oder}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \sqrt{\operatorname{tg} \alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14).$$

Construction von β aus α:

Man schlage über der Strecke $(1 + \operatorname{tg}\alpha)$ einen Halbkreis. Die im Theilpunkte dieser Strecke errichtete halbe Sehne ist dann $= \operatorname{tg}\beta$.

Ein Rückblick auf die Herleitung der Fig. 5 aus der Fig. 4 lässt erkennen, wie sich $\operatorname{tg}\beta$ auch von vorweg bestimmen lässt:

$$F_0\,4\,\mu_2 = \text{Anfangsdruck} \quad \text{und}$$

$$\frac{r}{L} = \frac{\text{Kurbel-}}{\text{Lenkstangen-}}\text{Länge}$$

gesetzt, macht

$$\operatorname{tg}\beta = \left(1 - \frac{r}{L}\right)\frac{F_0\,4\,\mu_2}{r\,\mu} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15).$$

Läge die Hubpause an der Cylinderseite, d. i. diametral gegenüber a oder bei b, dann würde sein:

$$\operatorname{tg}\beta = \left(1 + \frac{r}{L}\right)\frac{F_0\,4\,\mu_2}{r\,\mu} \quad . \quad . \quad . \quad (15\,\text{a}).$$

Die Geschwindigkeit würde in diesem Fall $\dfrac{1 + \frac{r}{L}}{1 - \frac{r}{L}}$ mal $\left(\text{hier } \dfrac{1 + {}^1\!/_3}{1 - {}^1\!/_3} = 2\right)$, und der Massendruck $\left(\dfrac{1 + \frac{r}{L}}{1 - \frac{r}{L}}\right)^2$ mal rascher zunehmen als in Fig. 5 und 6.

Bei der hier gewählten Lage der Hubpause ist daher der Gang augenscheinlich ruhiger und die Druckvertheilung eine mehr gleichmäfsige, als es bei der entgegengesetzten Lage der Fall sein würde.

Die in Fig. 6 hergeleitete Geschwindigkeitscurve ist in Fig. 7 ihrer ganzen Ausdehnung nach: $aba = 2\pi r$ gezeichnet. Mit dem Mafsstabe μ_1 gemessen ergeben sich die maximalen Kurbelgeschwindigkeiten

beim Niedergang $= 0{,}972^{\text{m}}$
beim Aufgang $= 0{,}941^{\text{m}}$.
Die minimale Geschwindigkeit ist $= 0{,}441^{\text{m}}$.

Zeitcurve.

Es soll nun aus irgend einer gegebenen Geschwindigkeitscurve die Zeit t ermittelt werden, in welcher eine Wegstrecke x durchlaufen wird.

Von den verschiedenen Methoden, durch welche die Zeitcurve aus der Geschwindigkeitscurve abgeleitet werden kann, will ich nur die beiden folgenden hervorheben.

Erste Methode: Sind unter c und t die dem x zugehörigen Werthe für die Geschwindigkeit und die Zeit verstanden und damit auch die betreffenden Coordinaten in der Fig. 9 bezeichnet, so hat man wegen $c\,dt = dx$

$$\frac{dt}{dx} = \frac{1}{c} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16).$$

Es sei die mit 1 markirte Strecke als Mafs der Einheit für die Zeit t gegeben.

Man schlage die Ordinate c in die x-Axe um und ziehe dann mit der zu dem umgeschlagenen c und 1 gehörigen Hypothenuse eine Parallele durch den Endpunkt einer gegebenen Zeitordinate t. Diese Parallele ist alsdann, der Gl. (16) zufolge, Tangente der Zeitcurve. Die Gröfse der übrigen — von t nach links und rechts fortschreitend — in beliebigen Abständen zu errichtenden Ordinaten ergiebt sich, indem man, Seite an Seite reihend, ein Polygon so herstellt, dass dessen Seiten sowohl die jeder Ordinate zugehörige Neigung gegen die x-Axe haben, als auch, dass jedes zwischen je zwei benachbarte Ordinaten fallende Eckstück des Polygons annähernd (von der Veränderlichkeit des Krümmungsradius abhängig) gleichschenklich ist.

Die in das Polygon eingeschriebene Curve ist dann mit annähernder Genauigkeit die Zeitcurve.

In dem vorliegenden Fall ist nur die Zeit $t = 0$ für $x = 0$ bekannt. Man hat daher die Construction mit dem ersten Curvenelemente zu beginnen. Der Neigungswinkel desselben ist ein rechter, indem für $x = 0$ auch $c = 0$, daher auch $\dfrac{dt}{dx} = \dfrac{1}{0} = \infty$ wird.

Die **zweite Methode** ist an der Geschwindigkeitscurve (Fig. 7) ausgeführt.

Sie beruht auf der der Zeitbestimmung vorhergehenden Construction der **mittleren Geschwindigkeit** für eine Strecke, für welche die Geschwindigkeitscurve gegeben ist.

Das betreffende Verfahren gründet sich auf die Lösung der folgenden einfachen **Aufgabe:**

Die Strecke a (Fig. 8) möge mit der constanten Geschwindigkeit c_a, die folgende Strecke b mit c_b durchlaufen werden. Es soll die mittlere Geschwindigkeit c_{ab}, d. i. diejenige constante Geschwindigkeit construirt werden, mit welcher die ganze Strecke $(a + b)$ in derselben Zeit zurückgelegt werden würde.

Die Laufzeiten für die beiden Theilstrecken sind:

$$t_a = \frac{a}{c_a} \quad \text{und}$$

$$t_b = \frac{b}{c_b}.$$

Ebenso hat man für die ganze Laufzeit

$$t_a + t_b = \frac{a + b}{c_{ab}} \quad \text{oder auch}$$

$$\frac{a}{c_a} + \frac{b}{c_b} = \frac{a + b}{c_{ab}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17).$$

Aus dieser Gleichung hervorgehend ist die gesuchte Ordinate c_{ab} mit dem **Durchschnittspunkte C der beiden Diagonalen AC und BC**, also

$$c_{ab} = CD,$$

gegeben. Denn es ist:

$$AD = a\frac{c_{ab}}{c_a}$$

$$BD = b\frac{c_{ab}}{c_b}.$$

Demnach wie oben:

$$AD + BD = a + b = \left(\frac{a}{c_a} + \frac{b}{c_b}\right)c_{ab}.$$

In Fig. 7 ist nun der ganze Kurbelweg $a\,a$ in Strecken von so geringer Ausdehnung eingetheilt, dass die mittlere Geschwindigkeit für jede einzelne Strecke genau genug in der arithmetisch mittleren Höhe (hierdurch wird nachweislich eine hinreichend genaue Annäherung in einfachster Weise erzielt) des Curvenabschnittes angenommen und der trapezartige Ausschnitt durch ein Rechteck von dieser Höhe ersetzt werden kann.

Aus den beiden ersten Rechtecken bildet man zunächst ein mittleres Rechteck, wie das ABB_1A_1 in Fig. 8; aus diesem neuen Rechteck und dem dritten wieder ein mittleres Rechteck u. s. f.

Man erhält auf diese Weise am Ende irgend einer Theilstrecke die mittlere Geschwindigkeit für den bis dahin beschriebenen Weg.

Dieses Verfahren auf den ganzen Weg $a\,a$ auszudehnen, würde jedoch vorliegenden Falles beschwerlicher als die hier angewandte Modification sein, welche einfach darin besteht, dass von jedem Endpunkt aus nach der Mitte $b\,b_1$ hin die partielle mittlere Geschwindigkeit gesucht und aus diesen (hier nahezu gleichen) beiden Geschwindigkeiten die **totale** construirt wird.

Diese totale mittlere Geschwindigkeit, mit $c_{2\pi}$ bezeichnet, erhält man aus der Zeichnung

$$c_{2\pi} = \frac{0{,}02075}{\mu_1} = 0{,}4943^{\text{m}}.$$

und die totale Umlaufszeit

$$t_{2\pi} = \frac{2\pi r}{c_{2\pi}} = 12{,}06 \text{ Secunden.}$$

Da man für jede zurückgelegte Strecke (φr) in Fig. 7 die mittlere Geschwindigkeit — mit C_φ bezeichnet — hat, so bestimmt sich leicht die dazu gebrauchte Zeit t.

μ_4^{m} möge in der Zeichnung Fig. 11 als die lineare Abmessung für eine Secunde gewählt sein, dann kann man wegen

$$t\,C_\varphi = \varphi r \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

schreiben:

$$\frac{\varphi\,r\,\mu}{C_\varphi\,\mu_1} = \frac{t\,\mu_4}{\dfrac{\mu_1\,\mu_4}{\mu}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18\,\text{a}).$$

Daraus erhellt, dass man nur

$$kE = \frac{\mu_1 \mu_4}{\mu}$$

zu errichten, und EF parallel zu $C_\varphi a$ zu ziehen braucht, um mittelst des Durchschnittspunktes F

$$Fk = t\mu_4$$

zu erhalten.

Fk ist alsdann als Ordinate nach Fig. 10 hin übertragen, um in solcher Weise die Zeitcurve herzustellen.

Der Raumersparnis wegen ist sie nicht von a zu a stetig fortgesetzt, sondern mit der oberen Hälfte zurückgeschlagen.

Für die Secunde ist $0{,}005^m$ als Abmessung, also

$$\mu_4 = 0{,}005 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

angenommen, und in Fig. 7 wird dann

$$\frac{\mu_1 \mu_4}{\mu} = 0{,}00586^m \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20).$$

Diese »zweite Methode«, welche selbstverständlich auch andere Gruppenbildungen für die mittlere Geschwindigkeit, als die für Fig. 7 gewählte, zulässt, erscheint zwar weniger einfach als die erste Methode, indem sie nicht wie diese unmittelbar die Zeitcurve liefert, sie gewährt aber durch die Darstellung der mittleren Geschwindigkeiten eine klarere Vorstellung von der Bewegung der Massen; weshalb auch auch meine Schüler diese Constructionsweise stets bevorzugt haben.

Die Spur einer Curve der mittleren Geschwindigkeiten ist in Fig. 7 leicht sichtbar.

Die Fig. 11 ist nur eine Uebertragung der Zeitcurve Fig. 10 vom Kurbelkreis auf den Kolbenhub.

Ferner ist die Geschwindigkeitscurve Fig. 7 in Fig. 12 als eine polare Curve dargestellt, in welcher durch den Leitstrahl die Geschwindigkeit und Richtung der Kurbel gegeben ist.

Endlich zeigt auch noch Fig. 13 die jedem Kolbenstand x zugehörige Kolbengeschwindigkeit $x c_5$. Sie ist aus Fig. 12 durch Parallelziehen von $c_4 c_5$ mit der Lenkstange in der abgeschnittenen Strecke $o c_5$ erhalten.

Denn in Fig. 4 ist P der momentane Pol, um welchen die Lenkstange schwingt. Deshalb muss auch sein:

$$\frac{\text{Kurbel-}}{\text{Kolben-}}\text{Geschwindigkeit} = \frac{kP}{xP};$$

es ist aber auch

$$\frac{c_4 o}{c_5 o} = \frac{kP}{xP}.$$

Ausschlag der Kurbel im Ruhepunkt a, welchen dieselbe mindestens haben muss, damit, wenn Dampf gegeben wird, die Reibungsmomente durch den Ueberdruck desselben überwunden werden.

Man denke sich das Gewicht des Schwungrades sammt dem der Kurbelwelle in zwei Theile zerlegt, von denen der eine Theil vom Endlager der Welle, der andere vom Kurbelzapfen aufgenommen wird. Ist dieser letztere Antheil gröfser als der maximale Dampfauftrieb (bei C Fig. 3), so kann während des regelmäfsigen Ganges der Maschine die Welle niemals im Kurbellager gehoben, gegen den Lagerdeckel gedrückt und zu einem Stofs Veranlassung gegeben werden.

Es dürfte demgemäfs zunächst angezeigt sein, das Schwungrad möglichst nahe an das Kurbellager zu rücken und auch den Durchmesser des Schwungrades so klein, bezw. $\frac{r}{R}$ so grofs zu nehmen, dass das erforderliche Schwungringgewicht

$$S = \frac{r^2}{R^2} S_r$$

wird. Jener maximale Auftrieb beträgt der Zeichnung nach mit $1{,}245^{atm}$:

$$1{,}245 \cdot 7854 = 9778^{kg}.$$

Im vorliegenden Fall ist aber:

$$\frac{r}{R} = {}^1/_4 \text{ und}$$

$$S_r = 144196^{kg},$$

daher das Gewicht des Schwungringes

$$S = {}^1/_{16} \cdot 144196 = 9012^{kg}.$$

Dieses Gewicht, um das der Arme, Nabe, Welle und Kurbel vermehrt, müsste demnach so bedeutend sein, dass sein auf den Kurbelzapfen fallender Antheil mehr als die obigen 9778^{kg} ausmacht.

Ich nehme an, dass von jenem Gesammtgewicht 10000^{kg} durch die untere Kurbellagerschale zu tragen sind. Beim Beginne des Niederganges kommt dann noch der Dampfniedertrieb hinzu. Dieser wirkt auf den Zapfen aus Fig. 3 (A) — mit

$$1{,}51 \cdot 7854 = 11860^{kg},$$

und auf die Mitte des Kurbellagers reducirt etwa mit 15000^{kg}.

Das Endlager nehme ich noch mit etwa 2000^{kg} belastet an.

Es sei auch noch:

$r_1 = {}^1/_{10}\, r$ der Radius des Kurbelzapfens,
$r_2 = {}^1/_5\, r$ » » » Kurberlagers,
$r_3 = {}^1/_8\, r$ » » » Endlagers,
ϱ der Coëfficient der gleitenden Reibung,

dann hat man als Summe der Widerstandsmomente

$$\varrho \cdot 11860 r_1 + \varrho \cdot 15000 r_2 + \varrho \cdot 2000 r_3 = \varrho r (1186 + 3000 + 250).$$

Dieses Moment muss gleich sein dem Drehungsmomente des Dampfes.

Der Ausschlagwinkel für die Stellung a der Kurbel sei mit φ_0 bezeichnet, dann wirkt der 11860^{kg} betragende Dampfdruck, der Kleinheit von φ_0 wegen hinreichend genau gerechnet, an einem Hebelarm

$$= \varphi_0 r \left(1 - \frac{r}{L}\right) 11860,$$

und hat man daher durch Gleichstellung dieses Momentes mit dem vorherigen

$$\varphi_0 r \left(1 - \frac{r}{L}\right) 11860 = \varrho r \cdot 4436,$$

das macht für $\frac{r}{L} = {}^1/_3$ und $\varrho = {}^1/_{15}$ (nicht kleiner für den Zustand der Ruhe)

$$\varphi_0 = \frac{295{,}7}{7907} = 0{,}03765$$

$$\varphi_0 r = 0{,}03577^m;$$

φ_0 in Graden ausgedrückt giebt

$$\varphi_0 = 2^0\, 9'\, 25''.$$

Die indicirte Leistung der Maschine berechnet sich auf

$$\frac{(p_n + p_a) f \cdot 2r}{75 \cdot t_{2\pi}} = \frac{(2{,}1121 + 2{,}1828)\, 7854 \cdot 1{,}9}{75 \cdot 12{,}06} = 70{,}856 \text{ Pferdekr.}$$

Der Wirkungsgrad ist $= \dfrac{W_n + W_a}{W_n + W_a + (\nu + \alpha) W_n}$

$$= \frac{1}{1 + \dfrac{\nu + \alpha}{1 + \dfrac{W_a}{W_n}}} = \frac{1}{1 + \dfrac{0{,}115 + 0{,}11}{1 + 0{,}3}} = 0{,}8525.$$

Wenngleich die allgemeine Anwendbarkeit der graphodynamischen Methode auf Kraft- und Arbeitsmaschinen jeglicher Art sich schon aus dem vorliegenden Beispiel ersehen lässt, so will ich doch auf einige der am häufigsten vorkommenden Fälle noch besonders aufmerksam machen.

In Fig. 3 ist das Arbeitsdiagramm $\frac{n\,n}{a\,a}$ dadurch ein Rechteck geworden, dass der aus dem hydraulischen Widerstande und dem Gestängegewichte resultirende Arbeitswiderstand während des ganzen Hubes (sowohl ab, als auch auf) constant ist, und zwar infolge dessen, dass das Gestängegewicht als unveränderlich wirkend gegeben und der hydraulische Widerstand als ein constanter anzunehmen war.

1. Ist nun jene Summe — hydraulischer Widerstand $\mp$ Gestängegewicht für Nieder- oder Aufgang — nicht constant, so wird das Arbeitsdiagramm eine im allgemeinen krummlinig begrenzte Figur, deren Flächeninhalt aber immerhin gleich dem des Dampfdiagrammes zu sein hat. Die weitere graphische Behandlung bleibt selbstredend dieselbe wie früher.

Eine leicht zu zeichnende Veränderlichkeit des Gestängegewichtes kann beispielsweise dadurch entstehen, dass der gestreckte Gegengewichtshebel $a\,b$, Fig. 2, durch einen

stumpfwinkligen — den Boehkoltz'schen »Kraftgenerator« — ersetzt wird[1]).

2. Soll durch die Dampfmaschine eine Wasserpumpe mit variabelem Arbeitswiderstande (z. B. wenn die Pumpe ohne Windkessel mit einem langen Sauge- oder Druckrohr arbeitet) oder ein Luftcompressor direct betrieben werden, so ist zunächst das betreffende Arbeitsdiagramm als Ersatz für $\frac{n\,n}{a\,a'}$, Fig. 3, herzustellen, um alsdann mit der Construction der Massendruck- und Geschwindigkeitscurve bei derjenigen Kurbelstellung anzufangen, für welche eine gewisse Geschwindigkeit anzunehmen oder gegeben ist.

Bei Horizontalmaschinen kommt das Gewicht des Kraft- und des Arbeitskolbens mit deren Gestänge und sonstigem Zubehör nur noch als Factor der »Gestängemasse« in Betracht.

3. In dem meist vorkommenden Falle, dass die Dampfmaschine nicht eine Arbeitsmaschine direct, sondern eine Transmissionswelle zu betreiben hat, reducirt sich das bisherige Arbeitsdiagramm auf die durch den Dampfkolben und die mit ihm hin- und herschwingenden Theile verursachten Reibungswiderstände, so dass abzüglich dieser Reibungsarbeit die ganze Dampfkraft auf das Schwungrad als beschleunigend in Fig. 5 auftreten würde, wenn nicht eine ebenso grofse Widerstandsarbeit in Abzug zu bringen wäre, so dass wieder Beschleunigung und Verzögerung des Schwungrades und der Gestängemassen in ausgleichendem Wechsel auf einander folgen.

Unter jener Widerstandsarbeit ist die Summe zu verstehen, welche man aus der Nutzarbeit plus der von den rotirenden Theilen herrührenden Reibungsarbeit erhält.

Sowohl diese so auftretenden Reibungswiderstände als auch der Nutzwiderstand können summirt als »Umfangswiderstand« auf den Kurbelkreis reducirt und hier von dem am Kurbelzapfen wirksamen Dampfdruck in Abzug gebracht werden. Man erhält alsdann die in Gleichung 9 dargestellte Beschleunigung.

So lange die Veränderlichkeit des Umfangswiderstandes während einer Umdrehung bei der Construction einer Betriebsdampfmaschine nicht bekannt ist, muss man denselben unveränderlich annehmen, etwa wie eine Last, die mittelst einer auf der Kurbelaxe sitzenden Windetrommel gehoben werden soll. Nimmt man auch noch näherungsweise die Reibungswiderstände als constant wirkend an, so erhält man für das auf den Kurbelweg $2\pi r$ bezogene Arbeitsdiagramm ein Rechteck, dessen Höhe durch den Gesammtumfangswiderstand bestimmt ist.

Die Construction der Geschwindigkeitscurve erfolgt nunmehr wie früher, und lassen sich alsdann aus dieser Curve sowohl die einzelnen einer Umdrehung angehörenden Geschwindigkeitsschwankungen als auch der Regelmäfsigkeitsgrad der Bewegung entnehmen.

4. Nichtrotationsmaschinen, als: Wasserhaltungsmaschinen und andere Arbeitsmaschinen, welche ohne Schwungrad und Kurbel arbeiten, lassen sich noch einfacher graphisch entwickeln, als die bis dahin besprochenen Rotationsmaschinen, indem der Massendruck unmittelbar auf den Kolbenweg bezogen und daraus die Geschwindigkeits- und die Zeitcurve abgeleitet werden kann.

Ueber die Festigkeitseigenschaften der Metalle, namentlich von Eisen und Stahl, nach den neueren Untersuchungen.

Von F. Kosch, Ingenieur und Oberrealschullehrer.

(Vortrag, gehalten im Breslauer Bezirksverein am 16. März 1882.)

(Schluss von Seite 642.)

Erwähnt sei noch, dass Wöhler sowohl als auch Bauschinger den Bruchmodul b bei der Biegung etwas gröfser als bei absoluter Zugbeanspruchung fanden. Es erklärt sich das auch aus dem schon früher gesagten.

[1]) Man vergleiche: Bd. XVII, S. 1 d. Z. von Boehkoltz und Bd. XVIII, S. 449 von Prof. Hrabák und eine Broschüre von Prof. G. Schmidt in Prag — Selbstverlag.

Von Interesse ist ferner das Verhalten der Metalle bei Beanspruchungen, welche über die Elasticitätsgrenze hinausgehen. Wie alle angestellten Versuche gezeigt haben, wird dadurch die Elasticitätsgrenze selbst erhöht, die Zähigkeit und Dehnbarkeit aber verringert. Das Metall wird spröde und weniger widerstandsfähig gegen Stöfse. Tresca[1]) hat durch Durchbiegung von Eisenbahnschienen die Elasticitätsgrenze fast bis an die Bruchgrenze verschoben, wobei aber der Elasticitätsmodul sich um 10 pCt. verringerte. Auch Knute Styffe[2]) giebt an, dass der Elasticitätsmodul kleiner wird, sobald man die Elasticitätsgrenze durch Streckung erhöht. Andere Autoren dagegen, wie Coulomb, Tredgold, Lagerhjelm und auch Weyrauch auf S. 16 seines Werkes sind der Meinung, dass der Elasticitätsmodul constant bleibe; auch Reuleaux ist dieser Ansicht unter der Voraussetzung, dass die Belastung nicht zu weit über die Elasticitätsgrenze hinaus getrieben wird.

Wir wollen versuchen, den Sachverhalt aus der Spannungscurve klarzulegen.

Ist nämlich die Belastung eines Stabes bis zum Punkte B (siehe Fig. 1 in Heft 11) getrieben, der Stab mithin mit der Kraft $P = BB_1$ beansprucht, so wird die gesammte Formveränderung $LB = \xi$ sich aus der elastischen $LJ = \lambda$ und aus der bleibenden $BJ = \xi - \lambda$ zusammensetzen. Nach Entlastung des Stabes geht aber die Spannungscurve nicht wieder nach O, sondern nach C zurück und es muss die bleibende Formveränderung $OC = JB = \xi - \lambda$ sein. Die Spannungscurve hat jetzt die Gestalt CBK; der über der Elasticitätsgrenze liegende Theil BK der Curve behält dabei dieselbe Form.[3]) Die Elasticitätsgrenze liegt jetzt offenbar bei B, sie ist also durch Streckung des Stabes erhöht worden.

Ist die Streckung dabei nur soweit getrieben, dass die elastische Formveränderung proportional der Belastung blieb, ist mit anderen Worten OJ eine gerade Linie, so ist, da $OC = BJ$ ist, $BC \parallel OJ$, d. h. $\angle BCH = \angle \alpha$ und, da der Elasticitätsmodul $E = \beta \operatorname{tg} \alpha$ nach Gl. 1 ist, so folgt, dass E constant geblieben.

Liegt aber J schon auf dem gekrümmten Theile der Curve für λ, so ist leicht einzusehen, dass, wenn $JB = OC$ ist, $\angle BCH < \angle \alpha$ sein muss, d. h. dann ist durch die Streckung der Elasticitätsmodul etwas verringert.

Vorstehendes dürfte die verschiedenen Angaben der einzelnen Autoren wohl erklären.

Ein zweiter Grund aber für die Verringerung des Elasticitätsmoduls ist folgender.

Die mit der Verlängerung eines Stabes verbundene Verkleinerung des Querschnittes ist verhältnismäfsig geringer als erstere, wodurch eine Vergröfserung des Volumens und damit wieder eine Verringerung des specifischen Gewichtes verbunden ist. Der Elasticitätsmodul nimmt aber mit dem specifischen Gewichte ab.[4])

Aber nicht nur während der Zeit, während welcher die Belastung wirkt, sondern auch noch in der darauf folgenden Ruhepause findet Erhöhung der Elasticitätsgrenze statt. Dieselbe verschiebt sich dadurch, wie in Fig. 1 angedeutet, vom Punkte B bis D und die Spannungscurve nimmt die gezeichnete Lage $CBDF$ an.

Diese Eigenschaft wird von Prof. Thurston[5]) für eine gewisse Klasse von Metallen, welche er die Eisenklasse nennt, zugegeben, für eine andere Klasse, die Zinnklasse, zu der auch die Bronze gehört, geleugnet; doch haben die übereinstimmenden Versuche von Generalmajor Uchatius und von Prof. Bauschinger sie bestätigt.

Uchatius beschreibt die dahingehenden Festigkeitsversuche auf S. 243 in Dingler's Polytechnischem Journal Bd. 223 wie folgt:

[1]) Weyrauch, Festigk. und Dimensionenberechnung. S. 17.

[2]) Knute Styffe, Die Festigkeitseigenschaften von Eisen und Stahl. S. 56.

[3]) Knute Styffe, Tafel V Atlas.

[4]) Knute Styffe. S. 74 und Tabelle IX.

[5]) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 223, S. 333; Bd. 225, S. 17 und S. 233.

»Von 4 Stäbchen aus einem homogenen Bronzegussstück wurde No. 1 aus einem Prisma im natürlichen Zustande gearbeitet und unverändert belassen, No. 2 desgl. aus einem Prisma im natürlichen Zustande gearbeitet und dann andauernd mit 25^{kg} pro Quadratmillimeter belastet, wobei es sich um 16,7 pCt. bleibend verlängerte, No. 3 aus einem Prisma gearbeitet, welches vorher durch 10 Minuten einem Drucke von 25^{kg} pro Quadratmillimeter ausgesetzt war, No. 4 aus einem Prisma, welches vorher bis zu einer Längenstreckung von 20 pCt. ausgewalzt war.

Die Resultate waren folgende:

No.	Bruchmodul b in Kilogr. pro Quadratmillimet.	Spannung der Elasticitätsgrenze entsprechend in Kilogr. pro Quadratmillimet.	Streckung in Procenten. Gesammte ξ (Zähigkeit)	Streckung in Procenten. Elastische λ	Dichte
1	30,5	4,0	50	0,04	8,863
2	33,1	24,8	37,3	0,478	8,856
3	39,0	5,0	29,5	0,038	8,957
4	50,66	17,0	2,1	0,170	8,975

Von diesen Versuchen ist der mit Stab No. 2 der interessanteste. Er zeigt, dass die homogene Bronze einer aufserordentliche Steigerung ihrer Elasticität durch blofses Strecken ohne Verdichtung fähig ist. Die Elasticitätsgrenze wurde auf das 6fache erhöht. Eine Bronze, welche $24,8^{kg}$ Elasticitätsgrenze und zugleich 37,3 pCt. Zähigkeit besitzt, war bisher noch nicht bekannt und kann auch nur auf diesem Wege, d. h. nur durch Streckung hergestellt werden.«

Die folgende Tabelle giebt die Versuchsresultate von Prof. Bauschinger[1]) an.

No.	Ursprüngliche Elasticitätsgrenze in Kilogr. pro Quadratmillim.	Gestreckt mit Kilogr. pro Quadratmillim.	Dabei dehnte der Stab sich bleibend aus um	Erhöhte Elasticitätsgrenze in Kilogr. pro Quadratmillim.	Bruchmodul für Zug b in Kilogr. pro Quadratmillim.
1	7,05	10,0	0,0077 pCt.	9,4	20,7
2	5,83	9,3	0,0078 »	8,74	22,4
3	5,85	10,0	0,0085 »	8,8	20,3
4	5,35	8,9	0,0069 »	8,33	19,75
5	5,76	9,2	0,0073 »	8,64	20,2

Der Stab 1 bestand aus gewöhnlicher Bronze, die Stäbe 2, 3, 4 und 5 aus Phosphorbronze.

Alle 5 Versuche bestätigen, dass durch eine nur geringe bleibende Streckung die Elasticitätsgrenze erhöht wird.

Aber auch die schon oben erwähnte Eigenschaft der Metalle, dass sich die Elasticitätsgrenze auch in der auf die Streckung folgenden Ruhepause erhöht, ist durch Bauschinger auch für Zink bewiesen. Bauschinger fasst die Resultate seiner Versuche in folgendem Satze zusammen.[2])

»Durch Strecken der Metalle über ihre ursprüngliche Elasticitätsgrenze hinaus erhöht sich ihre Elasticität nicht blos während der Zeit, in der die Belastung wirkt, sondern auch noch während einer auf die Streckung folgenden längeren Ruhe (ohne Belastung) von einem oder mehreren Tagen, und kann hierbei die Elasticitätsgrenze selbst über die Belastung hinausgehoben werden, mit welcher die Streckung hervorgebracht wurde.«

Doch nicht nur die Elasticitätsgrenze, sondern auch die Bruchfestigkeit der Metalle wird durch Streckung erhöht, wie aus der Tabelle der Uchatius'schen Versuche und aus den Angaben Bauschinger's hervorgeht. Bauschinger[3]) zerriss ein Stück Flacheisen, welches an bestimmten Stellen durch Einfeilen mit der Rundfeile verschwächt worden war, mehrere Male hinter einander. Die Zugfestigkeit war dabei in Kilogramm pro Quadratmillimeter beim

	1sten	2ten	3ten	4ten	5ten	6ten Male
$b =$	29	31	33	34	33,5	34,5 kg.

Hierbei lagen zwischen den einzelnen Versuchen nur wenige Minuten. Da aber die Streckung während der darauf folgenden Ruhepause, wie wir gesehen haben, bedentend nachwirkt, so ist erklärlich, dass Bauschinger die Bruchfestigkeit b durch 7maliges Zerreifsen eines Flacheisens von 32^{kg} pro Quadratmillimeter sogar auf 44^{kg} erhöhen konnte, indem er nur zwischen den einzelnen Abreifsungen Wochen und Monate verstreichen liefs.

Von dieser Eigenschaft hat L. Werder, Director der Maschinenbau-Gesellschaft Nürnberg, beim Baue des Münchener Glaspalastes schon im Jahre 1854 Anwendung gemacht. Derselbe liefs an jede der zum Dachstuhle verwendeten Zugstangen beiderseits Gewinde schmieden, Muttern zum Festhalten anschrauben und die Stangen so stark auf Zug belasten, bis sie natürlich in den Gewinden rissen.

Daher erklärt es sich auch, dass Drahtseile mit abnehmendem Durchmesser eine gröfsere Zugfestigkeit haben. Laissle und Schübler nehmen infolge dessen 50 bis 80^{kg} pro Quadratmillimeter an.

Auch kaltes Hämmern und Walzen, mit welchem gleichfalls eine Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze verbunden ist, erhöht diese und die Tragfähigkeit des Materiales, allerdings auf Kosten der Dehnbarkeit und Zähigkeit. Einen gleichen Einfluss hat das Härten der Metalle.

Gerade die entgegengesetzte Wirkung hat das Ausglühen; es macht die Metalle weicher, dehnbarer, vermindert aber ihre Bruchfestigkeit.

Daraus lässt sich auch schliefsen, dass die Temperatur auf die Elasticität der Metalle von Einfluss sein wird; und in der That haben die äufserst sorgfältig angestellten Versuche Styffe's[1]) ergeben, dass die absolute Festigkeit des Stahls und Eisens durch Kälte nicht verringert, sondern eher etwas erhöht wird, dass bei Temperaturen zwischen 100° und 200° C. die absolute Festigkeit des Stahls fast dieselbe wie bei der gewöhnlichen, die des weichen Eisens aber stets gröfser ist. Für Puddeleisen von Motala (Schweden) fand Knute Styffe z.B.

bei	−32,7°	+11,6°	+15,3°	+163,9°	+190,0°	Celsius
$b =$	68 482	50 367	53 111	65 394	63 199	engl.Pfd.pro□"
$b =$	48,15	35,41	37,34	45,98	44,44	kg pro qmm.

Es findet also zwischen 100° und 200° ein Maximum von Tragfähigkeit statt. Ueber 200° nimmt die Tragfähigkeit anfangs langsam, bei eintretender Glühhitze sehr schnell ab.

Aus diesen Resultaten schliefst Styffe, dass die vielen Radreifen- und Schienenbrüche in strengen Wintern nicht die Folge der geringeren Widerstandsfähigkeit der Materialien sein können. Er sucht den Grund dafür vielmehr darin, dass im Winter der Erdboden und die Schwellen weniger elastisch und nachgiebig sind und die Stöfse der Fahrzeuge daher viel intensiver wirken.

Dass dies aber nicht der einzige Grund ist, ist durch C. Sandberg, Inspector des Eisenbahnmaterials der schwedischen Regierung, schlagend nachgewiesen worden. Die Abkühlung wirkt ähnlich wie das Härten und Strecken; sie erhöht allerdings die Tragfähigkeit für ruhende Belastung, erhöht auch die Elasticitätsgrenze, vermindert aber die Zähigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Stöfse. Sandberg[2]) hat das experimentell nachgewiesen. Derselbe legte die zu untersuchenden Schienen auf 2 etwa $1,2^{m}$ entfernt liegende Granitwürfel, welche selbst wieder auf einem planirten Granitfelsen in der Nähe von Stockholm ruhten. Dadurch hatte Sandberg eine Unterlage gewonnen, deren Elasticität von der Temperatur unabhängig angenommen werden kann. Die Schienen wurden in je zwei Hälften im Winter bei −12° C. und im Sommer bei +29° in der Weise geprüft, dass eine etwa 380^{kg} schwere Kugel frei auf die Schienen herabfiel. Die Kugel fiel beim ersten Schlage 5 Fufs $\sim 1,5^{m}$, bei jedem folgenden 1 Fufs $\sim 0,3^{m}$ höher herab. Nach jedem Stofse wurde die Deflection gemessen. Die Durchschnittszahl

[1]) Dingler's Polytechn. Journ. Bd. 224, S. 3.
[2]) Dingler, Bd. 224, S. 5.
[3]) Dingler, Bd. 224.

[1]) cfr. Knute Styffe, Capitel III.
[2]) cfr. den Anhang von Sandberg zu Knute Styffe S. 139 u. 143.

von 10 geprüften Schienen ergiebt, dass das eine Ende einer solchen bei 29° C. einen Schlag aus der Höhe von 39 Fufs $\sim 11{,}9^{m}$, also im ganzen 35 Schläge, das andere Ende bei -12 C. nur einen solchen aus 11 Fufs $\sim 3{,}4^{m}$ Höhe, also im ganzen nur 7 Schläge aushielt. Die Festigkeit gegen Stöfse ist daher in der Kälte nur etwa $^1/_3$ bis $^1/_4$ von der bei 29° C.

Auch die Streck- und Biegbarkeit war bedeutend von der Kälte beeinflusst. Die bleibende Durchbiegung der im Sommer gebrochenen Schienen war über 4 mal so grofs wie die der im Winter untersuchten. Diesen bedeutenden Unterschied der Widerstandsfähigkeit gegen Stöfse im Winter und im Sommer führt Sandberg auf die Anwesenheit von Phosphor und Schwefel im Eisen zurück und spricht die Ansicht aus, dass ganz oder wenigstens fast phosphorfreies Eisen von obigen sehr verschiedene Resultate hätte ergeben können.

Ich gehe nun zu denjenigen Versuchen und Theorien über, welche sich auf die Wahl der einzuführenden Spannung k pro Quadrateinheit beziehen. Sie werden mir zugeben, dass es eine Hauptaufgabe des Constructeurs ist, diese Spannung k richtig zu wählen. Früher ging man dabei von dem Bruchmodul b aus und führte in die Festigkeitsberechnungen einen Sicherheitscoëfficienten ein, welcher durch das Verhältnis $\frac{b}{k}$ ausgedrückt war. Bei Materialien, wie Sandstein, Kalkstein, Ziegelmauerwerk u. s. w., deren Elasticität eine sehr geringe und deren Elasticitätsmodul nicht bekannt ist, ist diese Methode auch heute noch die übliche und allein mögliche; für Metalle jedoch geht man vom Verhältnisse der Spannung k zur Elasticitätsgrenze aus, indem man vor allem verlangt, dass durch die in den Constructionstheilen auftretenden Spannungen keine bleibenden Formveränderungen hervorgebracht werden dürfen.

Beide Methoden lassen aber dem Constructeur noch so viel Freiheit, dass es nicht zu verwundern ist, wenn k so verschieden gewählt wird. Ist doch bei der Annahme von k nicht nur das Material selbst, sondern auch die Art der Belastung, Stöfse, Vibrationen, die Dauer und die Sicherheit der Construction und manches andere zu berücksichtigen.

So verträgt Eisen bei ruhiger Belastung eine weit höhere Beanspruchung als bei sehr wechselnden Spannungen, eine Eigenschaft, welche Gerber bei Berechnung der Mainzer Brücke wohl berücksichtigte, indem er die Spannungen in den Querträgern niedriger als in den Hauptträgern annahm.

Es ist Wöhler's Verdienst, durch zahlreiche in den Jahren 1858 bis 1870 angestellte Versuche nachgewiesen zu haben, dass nicht nur eine hinreichend grofse Belastung den Bruch des Materials herbeiführen kann, sondern dass schon eine kleinere Beanspruchung, wenn diese nur genügend oft wiederholt wird, dazu ausreichend ist. Das kann aber nur dadurch geschehen, dass der Stab abwechselnd belastet und entweder gänzlich oder doch zum Theile wieder entlastet wird; der Stab hat demnach abwechselnd eine Maximal- und eine Minimalbelastung zu tragen. In der Regel stellt das Eigengewicht der Construction die Minimalbelastung dar, die Gesammtlast dagegen, die Summe des Eigengewichtes und der Verkehrslast, die Maximalbelastung.

Es hat sich nun herausgestellt, dass die Maximalbelastung, welche ein Stab gerade noch tragen kann, abhängig ist von der Anzahl der Schwingungen und von der Differenz der Maximal- und Minimalbelastung. Dieses wird durch das Wöhler'sche Gesetz etwa wie folgt ausgedrückt:[1])

> »Der Bruch des Materials lässt sich nicht nur durch eine die Bruchfestigkeit überschreitende ruhende Belastung, sondern auch durch vielfach wiederholte Spannungen, von denen keine die Bruchfestigkeit erreicht, herbeiführen. Die Differenzen der Spannungen sind dabei für die Zerstörung des Materials insofern mafsgebend, als mit ihrem Wachsen die Spannung, welche den Bruch noch herbeiführen kann, sich verringert.«

Weyrauch und Launhardt haben dieses Gesetz für den wichtigsten Fall, dass nämlich der Belastungswechsel unendlich oft wiederholt werde, in eine ebenso einfache, als auch mit den Versuchen übereinstimmende Formel gefasst.

[1]) Weyrauch, Festigkeit und Dimensionenberechnung, S. 4.

Durch die oben erwähnte Maximalbelastung wird in dem Stab eine Spannung a hervorgebracht, welche Launhardt die Arbeitsfestigkeit nennt; das ist also diejenige Spannungsgrenze, bei welcher durch unendlich oft wiederholte Anstrengungen der Bruch nicht mehr herbeigeführt wird.

Ist ferner c die der Minimalbelastung entsprechende Spannung, so ist

$$a - c = d$$

die Differenz der Spannungen, welche die Schwingungen eingrenzen.

Aus dieser Gleichung folgt

$$1 - \frac{c}{a} = \frac{d}{a}.$$

Das Wöhler'sche Gesetz lehrt nun, dass, je gröfser a ist, desto kleiner d und um so mehr $\frac{d}{a}$ ist; je kleiner aber $\frac{d}{a}$, desto gröfser muss nach obiger Gleichung $\frac{c}{a}$ sein, d. h. $\frac{c}{a}$ wächst mit a. Man kann daher setzen:

$$a = \alpha + \beta \frac{c}{a}.$$

Den Werth, welchen a annimmt, wenn $c = 0$ ist, bezeichnet Launhardt mit dem Namen Ursprungsfestigkeit u; das ist also diejenige Arbeitsfestigkeit, bei der der Stab nach jeder Anstrengung in den vollständig spannungslosen Zustand übergeht. Demnach ist

$$a = u + \beta \frac{c}{a}.$$

Ist b — die Bruchfestigkeit genannt — die Spannungsgrenze, bei welcher durch eine ruhende Belastung der Bruch eines Stabes gerade herbeigeführt wird, so ist $a = b = c$ für den Fall, dass auf den Stab nur diese ruhende Belastung wirkt, dass also die Minimalbelastung gleich der Maximalbelastung und die Verkehrslast, mithin auch die Spannungsdifferenz, gleich Null ist.

Daher ist auch $b = u + \beta \frac{b}{b}$,

woraus folgt

$$\beta = b - u.$$

Demnach hat man

$$a = u + (b - u)\frac{c}{a}$$

oder auch

$$a = u\left(1 + \frac{b-u}{u}\,\frac{c}{a}\right).$$

Da die Spannungen sich wie die entsprechenden Belastungen verhalten, so ist, wenn man setzt

$$\frac{c}{a} = \frac{\text{Minimalbelastung}}{\text{Maximalbelastung}} = \varphi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2),$$

$$a = u\left(1 + \frac{b-u}{u}\,\varphi\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3).$$

Dies ist die Launhardt'sche Formel; sie gilt, wenn ein Constructionstheil immer in gleichem Sinne, also immer auf Druck oder immer auf Zug beansprucht ist.

Ganz ähnlich ist nun die Weyrauch'sche Formel für wechselnde Beanspruchung auf Zug und Druck.

Ist die Maximalspannung a positiv, so ist in diesem Falle die Minimalspannung c und damit auch $\frac{c}{a} = \varphi$ negativ.

Unter Berücksichtigung des Vorzeichens ist auch hier die Gleichung richtig

$$1 - \frac{c}{a} = \frac{d}{a},$$

nur folgt hieraus, dass, wenn a wächst, der absolute Werth von $\frac{c}{a}$ kleiner wird. Da $\frac{c}{a}$ negativ, so ist dies wiederum ausgedrückt durch die Gleichung:

$$a = \alpha + \beta \frac{c}{a}.$$

Bedenkt man nun, dass auch hier, für $c = 0$, a gleich der Ursprungsfestigkeit u wird, so ist die Arbeitsfestigkeit

$$a = u + \beta \frac{c}{a}.$$

Für den Fall ferner, dass die Beanspruchungen nach beiden Richtungen hin gleich grofs sind, dass also $a = -c$

ist, setzt **Weyrauch**[1] $a = s$ und nennt s die **Schwingungsfestigkeit**.

Dann ist
$$s = u + \beta \frac{-s}{s},$$
woraus folgt
$$\beta = u - s \quad \text{und} \quad a = u + (u - s)\frac{c}{a}.$$

Setzt man wieder $\frac{c}{a} = \varphi$, so kommt
$$a = u\left(1 + \frac{u-s}{u}\varphi\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4).$$

Dies ist die **Weyrauch**'sche Formel; sie gilt, wenn ein Constructionstheil abwechselnd auf Zug oder Druck beansprucht wird. a ist die Arbeitsfestigkeit im Sinne der absolut gröfsten Beanspruchung.

Setzt man daher unter Berücksichtigung des Vorzeichens
$$\varphi = \frac{\text{Minimalbelastung}}{\text{Maximalbelastung}} = \frac{c}{a},$$
so ist
$$a = u\left(1 + \frac{b-u}{u}\varphi\right), \quad \text{wenn } 1 \geq \varphi \geq 0 \qquad (5),$$
und
$$a = u\left(1 + \frac{u-s}{u}\varphi\right), \quad \text{wenn } 0 \geq \varphi \geq -1 \text{ ist } (6).$$

Die Constanten u und s, also die Ursprungs- und die Schwingungsfestigkeit und auch der Bruchmodul b sind durch die **Wöhler**'schen und **Spangenberg**'schen Versuche für Stahl und Eisen bestimmt.

Wöhler hat die zu diesen Versuchen benutzten Apparate ebenso genial als zweckentsprechend construirt.[2]) Es sind deren vier.

1. Apparat zum Zerreifsen durch wiederholte Belastung.
2. Apparat für wiederholte einseitige Biegung prismatischer Stäbe.

[1]) **Weyrauch**, Festigkeit und Dimensionenberechnung, S. 10 u. 11.

[2]) Dieselben sind in **Erbkam**'s Zeitschrift für Bauwesen Jahrgang 1870 abgebildet und beschrieben.

3. Apparat zu Versuchen mit belasteten Stäben, welche continuirlich gedreht werden.
4. Apparat zum Verwinden durch wiederholte Belastung.

Die Constanten u und s in der **Launhardt**'schen und **Weyrauch**'schen Formel entsprechen, wie schon gesagt, einer **unendlichen Zahl** von Beanspruchungen. Es liegt daher in der Natur der Sache, dass u und s nicht selbst durch Versuche bestimmt werden können, sondern dass nur die Ursprungs- und Schwingungsfestigkeit für eine endliche, aber möglichst grofse Zahl sich durch Experimente wird ermitteln lassen. Bezeichnet man die der Zahl n entsprechende Ursprungsfestigkeit mit u_n, die entsprechende Schwingungsfestigkeit mit s_n, so wird offenbar sowohl u_n als s_n eine Function von n sein. Leider ist diese Function aber bis jetzt noch nicht bekannt. In eine Reihe verwandelt wird sie folgende Form annehmen:
$$u_n = u + \frac{\alpha}{n} + \frac{\beta}{n^2} + \frac{\gamma}{n^3} + \frac{\delta}{n^4} + \ldots \quad \text{und}$$
$$s_n = s + \frac{\alpha_1}{n} + \frac{\beta_1}{n^2} + \frac{\gamma_1}{n^3} + \frac{\delta_1}{n^4} + \ldots$$

Für $n = \infty$ wird natürlich $u_n = u$ und $s_n = s$; ferner wird aber für $n = 1$ sowohl u_n als auch s_n gleich dem Bruchmodul b, daher muss sein
$$\alpha + \beta + \gamma + \delta + \ldots = b - u$$
$$\alpha_1 + \beta_1 + \gamma_1 + \delta_1 + \ldots = b - s.$$

Endlich geht aus der Natur der Sache und auch aus obigen Reihen hervor, dass u_n sowohl als s_n mit wachsendem n kleiner werden.

In der folgenden Tabelle sind einige der Resultate der **Wöhler**'schen Versuche mit Phönix-Eisen und Axen-Stahl von **Krupp** zusammengestellt und in Fig. 8 die Curven für u_n und s_n gezeichnet.[1])

[1]) cfr. **Spangenberg**. Ueber das Verhalten der Metalle bei wiederholten Anstrengungen. Ernst & Korn. 1875. Blatt 1.

Fig. 8.

Gröfste Faserspannung		Zahl der Anstrengungen (n) bis zum Bruche für					
		Phönix-Eisen			**Axen-Stahl von Krupp**		
Cntr. pro □"	kg pro qmm	wiederholt gedehnt	wiederholt nach einer Seite gebog.	belastet und continuirlich gedreht	wiederholt gedehnt	wiederholt nach einer Seite gebogen	belastet und continuirlich gedreht
		Tabelle I.	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**
800	58,47	—	—	—	18 741	—	—
700	51,17	—	—	—	46 286	—	—
600	43,86	—	—	—	170 000	—	—
550	40,20	—	169 750	—	123 770	1 762 300	—
525	38,37	—	—	—	—	1 031 200	—
520	38,01	—	—	—	—	1 477 400	—
500	36,55	—	420 000	—	473 766	5 234 200 (40 600 000)	—
480	35,09	800	—	—	(13 600 000)	—	—
460	33,62	—	—	—	(12 200 000)	—	—
450	32,89	—	481 975	—	—	—	—
440	32,16	106 910	—	—	—	—	—
420	30,70	—	—	—	—	—	55 100
400	29,24	340 853	1 320 000	—	—	—	—
360	26.31	{ 409 481 { 480 852	4 035 400 —	— —	— —	— —	127 775 —
340	24,85	—	—	—	—	—	797 525
320	23,40	10 141 645	(3 420 000)	56 430	—	—	{ 642 675 { 1 665 580 { 3 114 160
300	21,93	—	(48 200 000)	99 000	—	—	{ 4 163 375 { 45 050 640
280	20,47	—	—	183 145	—	—	—
260	19,00	—	—	479 490	—	—	—
240	17,34	—	—	909 810	—	—	—
220	16,08	—	—	3 632 588	—	—	—
200	14,62	—	—	4 917 992	—	—	—
180	13,16	—	—	19 186 791	—	—	—
160	11,70	—	—	(132 000 000)	—	—	—

In den ersten beiden Columnen stehen die Werthe für u_0 bezw. s_0; in den 6 anderen die Werthe für n, wie sie sich durch wiederholte Dehnung, Biegung — dem u_0 entsprechend —, durch continuirliche Drehung unter Belastung — dem s_0 entsprechend — ergeben haben. Dabei muss noch bemerkt werden, dass die in Klammern eingeschlossenen Werthe für n eine Zahl von Beanspruchungen bedeuten, welche den Bruch noch nicht herbeigeführt haben.

Für Phönix-Eisen findet sich aus der Tabelle:

$$s_{2000} = 21{,}93^{kg} \text{ pro Quadratmillimeter}$$
$$u_{10610} = 32{,}16 \quad » \quad » \quad » \,.$$

Auch hier finden wir das schon früher gesagte wiederum bestätigt, dass nämlich die Zugfestigkeit sich aus Biegungsversuchen etwas gröfser als bei directen Dehnungsversuchen ergiebt. Für dieselbe Faserspannung, z. B. 29,24, finden wir die Zahl der Anstrengungen bis zum Bruche für Phönix-Eisen bei directen Dehnungsversuchen $u = 340\,853$, bei wiederholten Biegungen $n = 1\,320\,000$, also erheblich höher.

Aehnlich ist es bei den Versuchen mit Krupp'schem Axenstahle.

Aus den gefundenen Werthen für u_0 und s_0 schliefst Wöhler auf den Werth für u und s. Da bei Schmiedeisen für $u_0 = 300$ Ctr. pro Quadratzoll n jedenfalls gröfser als 48 Millionen sein muss, und für $s_0 = 160$ Ctr. $n > 132$ Millionen, so nimmt Wöhler an[1]), dass für diese Werthe $n = \infty$ d. h., dass

$u = 300$ Cntr. pro Quadratzoll $= 21{,}93^{kg}$ pro Quadratmillimeter,
$s = 160$ » » » » $= 11{,}70$ » » » » .

Ebenso für Axengussstahl

$u = 480$ Cntr. pro Quadratzoll $= 35{,}09^{kg}$ pro Quadratmillimeter,
$s = 280$ » » » » $= 20{,}47$ » » » » .

Wöhler hat auch Versuche mit Stäben angestellt, die nach jeder Biegung nur theilweise entlastet wurden, auf die also eine constante Minimallast, welcher die Spannung c entsprach, wirkte.

Am abgeschlossensten sind die dahingehenden Versuche mit Federgussstahl, welche sich auch am besten zur Prüfung der Launhardt'schen Formel eignen.

Wöhler fand für dieses Material $b = 1100$, $u = 500$ Cntr. pro Quadratzoll. Setzt man diese Werthe in Gl. 5 ein, so kommt die Arbeitsfestigkeit

$$a = 500\left(1 + \frac{6}{5} \cdot \frac{c}{a}\right).$$

Daraus findet man nun für

$\frac{c}{a} = \varphi =$	0	rot. $^5/_{14}$	$^1/_2$	$^2/_3$	1
$c =$	0	250	400	600	1100
$a =$	500	711	800	900	1100

und nach Wöhler's Versuchen

$a =$	500	700	800	900	1100.

Man sieht, dass die Werthe für a, welche aus der Launhardt'schen Formel berechnet sind, sehr gut mit den Versuchsresultaten übereinstimmen.

Wöhler hat ferner die Werthe u', s', für Schubfestigkeit bestimmt und für Axengussstahl gefunden

$u' = 380$ Cntr. pro Quadratzoll $= 27{,}78^{kg}$ pro Qadratmillimeter
$\quad = {}^{380}/_{480}\, u \sim 0{,}8\, u$

und

$s' = 220$ Cntr. pro Quadratzoll $= 16{,}08^{kg}$ pro Quadratmillimeter,
d. h. $s' = {}^{220}/_{280}\, s \sim 0{,}8\, s$.

Diese Werthe sind mit Hülfe von Apparat 4, also durch Verwindung durch wiederholte Belastung bestimmt; sie zeigen, dass für Stahl das Verhältnis

$$\frac{u'}{u} = \frac{s'}{s} = \frac{b'}{b} = \frac{4}{5}$$

ein constantes ist.

Dagegen hat Prof. Spangenberg[2]), der die Wöhler'schen Versuche fortgesetzt und deren Resultate bestätigt hat, für Phosphorbronze ein ganz eigentümliches Abweichen constatirt. Er fand, dass die geschmiedete Phosphorbronze, wie aus der folgenden Tabelle zu ersehen ist, eine Torsionsfestigkeit besitzt, welche höher als die des Gussstahles ist, dass dagegen die Ursprungsfestigkeit u bedeutend kleiner als die Schwingungsfestigkeit s' für Torsion ist, während beim Stahl und Schmiedeisen $s' = {}^4/_5\, s < u$ ist.

Man kann für geschmiedete Phosphorbronze annehmen

$$u = 8^{kg} \text{ pro Quadratmillimeter,}$$
$$s' = 22^{kg} \quad » \quad » \quad » \,.$$

Die Werthe für u' und s sind bis jetzt nicht bestimmt.

Diese Eigenschaft sichert nach Spangenberg's Meinung der Phosphorbronze eine ausgedehnte Verwendung zu den Axen der Schraubendampfer, da dieselbe dem Angriffe des Seewassers viel besser als Eisen und Stahl Widerstand leistet.

Geschmiedete Phosphorbronze.

Gröfste Faserspannung		Zahl der Anstrengungen bis zum Bruche		
Cntr. pro Quadratzoll	Kilogr. pro Quadratmillimeter	wiederholt gedehnt	wiederholt nach einer Seite gebogen	wiederholt durch Belastung verwunden
360—300	26,3—21,9	—	—	4 032 680 α)
360	26,3	—	—	(1 301 600)
320—240	23,4—17,5	—	—	(14 916 800) β)
200	14,62	53 900	862 980	—
180	13,16	—	8 151 811	—
150	10,96	(2 600 000)	5 075 160	—
120	8,77	—	(10 000 000)	—

α) Stab hielt aus

bei 300 Cntr. Spannung . . .	1 000 000	Verwindungen
» 320 » » . . .	1 200 000	»
» 340 » » . . .	800 000	»
» 360 » » . . .	1 032 680	»
Summe	4 032 680	Verwindungen bis zum Bruche.

β) Stab hielt aus

bei 240 Cntr. Spannung . . .	7 743 000	Verwindungen
» 300 » » . . .	3 993 800	»
» 320 » » . . .	3 180 000	»
Summe	14 916 800	Verwindungen ohne dass der Bruch erfolgte.

Die eingeklammerten Zahlen bedeuten, dass der Bruch noch nicht erfolgt ist.

Wir wollen jetzt in die Formeln 5 und 6 für b, u, s, die der Praxis angemessenen Zahlenwerthe einsetzen.

Wir schliefsen uns dabei den Vorschlägen Weyrauch's an und setzen für

Schmiedeisen

$$b = 31{,}5 \qquad u = 21{,}0 \qquad s = 10{,}5^{kg}$$

und erhalten

$$\left.\begin{aligned} a &= 21{,}0\,(1 + {}^1/_2\,\varphi)^{kg} \text{ pro qmm, wenn } 1 \geqq \varphi > 0 \\ a &= 21{,}0\,(1 + {}^1/_2\,\varphi) \quad » \quad » \quad » \quad 0 \geqq \varphi \geqq -1 \end{aligned}\right\} \quad (7).$$

für Stahl

$$b = 60 \qquad u = 33 \qquad s = 18^{kg} \text{ pro qmm.}$$

dies ergiebt

$$\left.\begin{aligned} a &= 33\,(1 + {}^9/_{11}\,\varphi)^{kg} \text{ pro qmm, wenn } 1 \geqq \varphi > 0 \\ a &= 33\,(1 + {}^5/_{11}\,\varphi) \quad » \quad » \quad » \quad 0 \geqq \varphi > -1 \end{aligned}\right\} \quad (8).$$

Die Arbeitsfestigkeit a' für Schub- bezw. Torsionsfestigkeit setzen wir

$$a' = {}^4/_5\, a \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9).$$

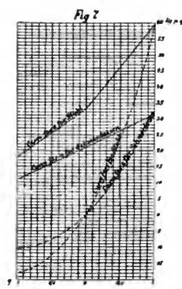
Nach den Formeln 7 und 8 ist folgende Tabelle berechnet und sind die zusammengehörigen Werthe für φ, c und a in Fig. 7 graphisch dargestellt.

[1]) cfr. Zeitschrift für Bauwesen 1870, S. 83 bis 85.

[2]) cfr. Spangenberg, Das Verhalten der Metalle bei wiederholten Anstrengungen.

$$\varphi = \frac{c}{a} = \frac{\text{Minimalbelastung}}{\text{Maximalbelastung}}.$$

φ	Schmiedeisen			Stahl			
	a	c	d	a	c	d	
1,0	31,5	31,5	0,0	60,0	60,0	0,0	$a = b$
0,9	30,5	27,4	3,1	57,3	51,6	5,7	
0,8	29,4	23,5	5,9	54,6	43,1	10,9	
0,7	28,4	19,8	8,6	51,9	36,3	15,6	
0,6	27,3	16,4	10,9	49,2	29,5	19,7	
0,5	26,3	13,1	13,2	46,5	23,3	23,2	
0,4	25,2	10,1	15,1	43,8	17,5	26,3	
0,3	24,2	7,2	17,0	41,1	12,3	28,8	
0,2	23,1	4,6	18,5	38,4	7,7	30,7	
0,1	22,1	2,2	19,9	35,7	3,6	32,1	
0,0	21,0	0,0	21,0	33,0	0,0	33,0	$a = u$
−0,1	20,0	− 2,0	22,0	31,5	− 3,2	34,7	
−0,2	18,9	− 3,8	22,7	30,0	− 6,0	36,0	
−0,3	17,9	− 5,4	23,3	28,5	− 8,6	37,1	
−0,4	16,8	− 6,7	23,5	27,0	−10,8	37,8	
−0,5	15,8	− 7,9	23,7	25,5	−12,8	38,3	
−0,6	14,7	− 8,8	23,5	24,0	−14,4	38,4	
−0,7	13,7	− 9,6	23,3	22,5	−15,8	38,3	
−0,8	12,6	−10,1	22,7	21,0	−16,8	37,8	
−0,9	11,6	−10,4	22,0	19,5	−17,6	37,1	
−1,0	10,5	−10,5	21,0	18,0	−18,0	36,0	$a = s$



Da die aus den Gleichungen (7), (8), (9) erhaltenen Werthe für a bezw. a' diejenige Spannungsgrenze bedeuten, bei der das Material bei unendlich oft wiederholten Anstrengungen gerade zerstört wird, so wird man selbstverständlich nur einen Bruchtheil der Spannung a der Festigkeitsberechnung zu Grunde legen. Wöhler schlägt $\frac{1}{2}\,a$, Launhardt und Weyrauch $\frac{1}{3}\,a$ vor.

Es sei, um durch ein Beispiel den Gang der Rechnung zu erläutern, die Diagonale eines Brückenträgers abwechselnd mit -9000 und $+3600^{kg}$ belastet. Dann ist $\varphi = -\frac{3600}{9000} = -0{,}4$. Für Schmiedeisen findet sich aus der Tabelle der dem $\varphi = -0{,}4$ entsprechende Werth für $a = 16{,}8^{kg}$. Wählen wir als Sicherheitscoefficient $\frac{1}{3}$, so ist für die Dimensionsberechnung obiger Diagonale die Spannung $k = 5{,}6^{kg}$ zu Grunde zu legen.

Aehnlich gestaltet sich die Rechnung bei gebogenen Balken; es ist hier für jeden Querschnitt das Verhältnis φ des kleinsten = zu dem gröſsten biegenden Momente der äuſseren Kräfte zu bestimmen und danach der Werth für a zu wählen.[1])

Nur bei der Zerknickungsfestigkeit ist, da in ihren Formeln die Spannung k nicht vorkommt, etwas anders zu verfahren. Hier wird man die Maximalbelastung B_{max} in eine constante, ideelle Belastung B_i verwandeln. Da die Belastungen wie die Spannungen sich verhalten, erhält man

$$\frac{B_i}{B_{max}} = \frac{b}{a},$$

wo b den Bruchmodul und a wieder die Arbeitsfestigkeit, entsprechend dem $\varphi = \frac{B_{min}}{B_{max}}$ bedeutet. Mit der ideellen Belastung B_i rechnet man dann nach den bekannten Formeln $B_i = m\frac{\pi^2 EJ}{l^2} = \frac{b}{a}B_{max}$ in gewohnter Weise.

Zum Schlusse möchte ich Sie noch auf eine Arbeit von Prof. Spangenberg: »Ueber das Verhalten der Metalle bei wiederholten Anstrengungen«, Berlin 1875, aufmerksam machen, in welcher Spangenberg aus dem eigentümlichen Aussehen der Bruchflächen eine eigene Theorie über die Umlagerung der Moleküle ableitet und dadurch die geschilderten Elasticitätserscheinungen zu erklären sucht. So interessant aber die Spangenberg'sche Hypothese auch ist, so muss ich mir doch wegen der vorgerückten Zeit versagen, heute näher darauf einzugehen und behalte mir dies für eine spätere Zeit vor.

Metallhüttenwesen.

Blei.

Die Neuerungen im Bleihüttenwesen haben hauptsächlich die Unschädlichmachung der Röstgase und die Condensation des Flugstaubes der Röst- und Schmelzöfen zum Gegenstande.

Auf der Bleihütte zu Lautenthal im Harz ist die Unschädlichmachung der Röstgase des Bleisteins nach dem Schnabel'schen Verfahren eingeführt. Mit Hülfe einer erwärmten Esse saugt man die Röstgase des Bleisteins aus den Röstapparaten, welche theils Stadeln theils Kilns sind, durch einen Absorptionsapparat, in welchem durch nasses Zinkoxyd die schweflige Säure und die Schwefelsäure zurückgehalten werden, während die von sauren Dämpfen befreiten Gase in die Esse treten.

Der Absorptionsapparat besteht aus einem System von Holzkästen, welche durch hölzerne Tafeln in eine groſse Reihe von Stockwerken eingetheilt sind; auf diesen wird das Absorptionsmittel ausgebreitet. Jeder Kasten ist durch eine senkrechte Scheidewand in 2 Reihen von Stockwerken getheilt. In der einen Hälfte des Kastens treten die Gase von unten aus einem gemeinschaftlichen Kanal ein, nehmen ihren Weg über die einzelnen Stockwerke nach oben, um dann über die zweite Reihe von Stockwerken in der anderen Hälfte des Kastens wieder nach unten zu gehen und in einen zweiten gemeinschaftlichen Kanal einzutreten, von welchem aus sie in einen zweiten Kasten von der nämlichen Einrichtung übertreten. Nachdem sie denselben durchlaufen haben, gehen sie noch in einen dritten Kasten und dann in die Esse. Die Einrichtung der Kästen erinnert an die Deacon'schen Apparate für die Absorption von Chlor. Jeder Kasten kann, ohne Unterbrechung der Gasströmung und der Absorption, aus dem System ausgeschaltet werden. Die Vorder- und Hinterseiten der einzelnen Kästen werden durch Thüren gebildet, welche beim Beschicken und Entleeren des Kastens sowie beim Durchrühren und Bewässern des Absorptionsmittels geöffnet werden, im übrigen aber die Kästen dicht verschlieſsen. Das Feuchthalten des Absorptionsmittels geschieht durch Einspritzen von Wasser unter Druck durch Kautschuckschläuche, welche mit Düsen versehen und durch Quetschhähne verschlieſsbar sind. Das Umrühren und Bewässern des Absorptionsmittels besorgt ein Arbeiter (4 mal in 24 Std). Je nach dem Gehalte der Gase an schwefliger Säure ist die Verwandlung des Zinkoxyds in Zinksulfit (mit einem gewissen Theile von Zinksulfat) in 1 bis 3 Tagen vollendet. Das Product der Absorption wird in Muffelöfen geglüht, deren Abhitze die Esse erwärmt, welche die Röstgase durch den Absorptionsapparat durchsaugt. Durch das Glühen werden schweflige Säure und Wasserdampf aus dem Gemenge von Zinksulfit und Zinksulfat entbunden, während Zinkoxyd gemengt mit basischem Zinksulfat zurückbleibt und von neuem zur

[1]) Vergl. Weyrauch, Festigkeit und Dimensionenberechnung von Eisen- und Stahl-Constructionen. Leipzig, 1876.

Absorption verwendet wird. Die in concentrirter Form entbundene schweflige Säure nebst dem Wasserdampfe (die Gase enthalten bis 70 Vol.-pCt. schweflige Säure) werden durch einen Körting'schen Injector aus dem Glühofen aufgesaugt und in ein Bleikammersystem eingeblasen, in welchem sie sich mit armen Röstgasen des Bleisteins (mit 2,5 Vol.-pCt. schwefliger Säure) mischen und zu Schwefelsäure condensirt werden. Die Gase treten mit 1 bis 3 Vol.-pCt. schwefliger Säure in den Absorptionsapparat ein und verlassen denselben mit 0,003 bis 0,005 Vol.-pCt. Durch dieses Verfahren werden in Lautenthal die Kosten der Unschädlichmachung des Hüttenrauches gedeckt.

Zur Gewinnung des Flugstaubes sind in der letzten Zeit auf der Bleihütte zu Ems Versuche ausgeführt und umfangreiche Einrichtungen getroffen worden[1]). Hierüber ist von dem Generaldirector Freudenberg eine Broschüre (Die auf der Bleihütte bei Ems zur Gewinnung des Flugstaubes getroffenen Einrichtungen. Hofbuchdruckerei von H. C. Sommer in Bad Ems.) veröffentlicht worden. Die Gewinnung des Flugstaubes wird daselbst, nachdem Versuche zur Gewinnung desselben mit Hülfe von Wasser missglückt sind, auf trockenem Wege ausgeführt. Sie zerfällt in 3 Theile, nämlich

1. die Zurückhaltung der mechanisch aus der Hütte mitgerissenen,
2. die Condensation der gasförmig entweichenden,
3. die Zurückhaltung der condensirten Metalltheile.

Durch Vergröfserung der vorhandenen Kanäle und Kammeranlagen wurde die Menge des gewonnenen Flugstaubes um das Zehnfache vergröfsert. Dieselbe betrug bei einem durchschnittlichen Querschnitte der Kanäle von 1,79 qm = 8,39 kg auf 1000 kg, bei einem durchschnittlichen Querschnitte der Kanäle von 4,08 qm = 80,01 kg Blei auf die nämliche Menge des in den Erzen zur Verhüttung gekommenen Bleies. Durch die Benutzung dieser Anlagen wurde gefunden, dass sich der Flugstaub proportional den vorhandenen Wandflächen absetzt, und dass der Cubikinhalt der Kanäle bezw. Kammern auf die Absetzung desselben von keinem Einfluss ist, wenn nicht dadurch gleichzeitig die Gröfse der Wandflächen verändert wird. Ein zweiter Umstand, welcher Einfluss auf die Absetzung des Flugstaubes hat, ist die Temperatur; je niedriger dieselbe ist, umsomehr Flugstaubtheile setzen sich ab.

Der Grund der Abhängigkeit der zum Niederschlag gebrachten Flugstaubmenge von der Gröfse der Wandflächen und der Höhe der Temperatur liegt darin, dass hauptsächlich die gasförmigen Metalltheilchen condensirt werden. Diese Beobachtung ist von Freudenberg bestätigt worden. Von diesen beiden Mitteln zur Erzielung gröfserer Flugstaubmengen hat man das erstere völlig in der Gewalt; man braucht nur parallel der Zugrichtung in den Kanälen senkrechte Platten anzubringen, um die Wandflächen beliebig zu vermehren. Um das Mitreifsen von condensirten Flugstaubtheilchen durch den Zug zu verhüten, müssen in bestimmten Entfernungen quer gegen die Zugrichtung senkrechte Scheidewände (aus trockenem Mauerwerk oder Eisen) angebracht werden. Durch einen auf der Emser Hütte ausgeführten Versuch, bei welchem 4 Reihen Bleche von 100 m Länge in den Flugstaubkanal eingehängt wurden, ist die grofse Wirksamkeit dieses Mittels auf die Menge des niedergeschlagenen Flugstaubes in überzeugender Weise nachgewiesen worden. Man kann demnach auf die gedachte Weise ohne grofse Kosten und Anlagen das nämliche erreichen, was bisher nur durch kostspielige Neuanlagen von Kanälen und Kammern erzielt werden konnte.

Auf die betreffenden Vorrichtungen ist der Gesellschaft der Emser Blei- und Silberwerke unter No. 17513 ein Patent für das Deutsche Reich ertheilt worden.

Auf der Altenauer Hütte im Oberharze ist die Röst- und Reductionsarbeit zur Verhüttung der Bleierze eingeführt worden, um die Frage zu entscheiden, ob es besser sei, die Oberharzer Erze nach dieser oder nach der auf den übrigen Hütten des Oberharzes betriebenen Niederschlagsarbeit zu verhütten. Für letztere sind die Vorzüge eines hohen Metallausbringens, besonders an Silber, geltend gemacht worden, während die Röst- und Reductionsarbeit einen geringeren

[1]) Siehe Wochenschrift 1882, No. 17.

Verbrauch an Brennmaterial und geringere Ausgaben für Arbeitslöhne gestattet, dafür aber mit gröfseren Metallverlusten arbeiten soll. Ein sicheres Urteil darüber, welcher der beiden Methoden für die Verhüttung der Oberharzer Erze der Vorzug zu geben sei, ist bis jetzt trotz mehrjähriger Dauer der Röst- und Reductionsarbeit noch nicht erreicht worden.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, dass der dem terassenförmigen Röstofen von Pontgibaud nachgebildete Schreder'sche Röstofen wegen der in der Praxis entstandenen Schwierigkeiten dadurch verbessert worden ist, dass man Röst- und Verschlackungsraum in gleiche Höhenlage gebracht und den Verschlackungsraum enger als den Röstraum gemacht hat. (Beschreibung und Zeichnung siehe Berg- und Hüttenm. Zeitung 1882, No. 8, S. 73.) In der nämlichen Zeitschrift (1881, S. 434) findet sich auch die Beschreibung und Zeichnung eines Pilz'schen Rundofens, wie er von dem Erfinder zuletzt auf den Freiberger Hütten erbaut worden ist.

Von neueren Abhandlungen sind zu erwähnen:

Capacci, Die Berg- und Hüttenwerke des Oberharzes. Rev. univers. Tome X, 2e numéro.

Capacci, Die Freiberger Hüttenwerke, Berg- und Hüttenm. Zeitung 1881, S. 339, 349. 363, 382.

N. C. Cookson, Neuere Verbesserungen im Bleihüttenbetrieb. Iron 18, S. 202.

Kupfer.

Im Kupferhüttenwesen sind Bestrebungen zu Tage getreten, die ziemlich umständliche Gewinnung des Kupfers auf trockenem Wege zu vereinfachen.

Manhes (D. R.-P. 15562) schmilzt geschwefelte Kupfererze ohne vorgängige Röstung auf Lech, lässt denselben aus dem Schmelzofen in einen Bessemer-Converter laufen und führt dann, wie beim Bessemer-Process, gepresste Luft durch die flüssige Masse[1]). Schwefel, Arsen und Antimon werden oxydirt und als Gase fortgeführt, das Eisen wird gleichfalls oxydirt und durch das Futter des Converters oder durch Zuschläge von Silicaten verschlackt. Als Product erhält man Rohkupfer, welches ebenfalls im Converter nach Abzug der Schlacke raffinirt werden kann. Zu diesem Zwecke bedeckt man, sobald eine Probe des Kupfers grobkörnige Structur und violette Farbe (infolge des Gehaltes an Kupferoxydul) angenommen hat, das Metallbad zur Reduction des Oxyduls und zur Aufrechterhaltung der erforderlichen Temperatur mit Holzkohlen und bläst mit dem Winde gleichzeitig noch Holzkohlenstaub ein. Nach erfolgter Reduction des Oxyduls wird das Metallbad noch durch Polen gereinigt.

Bei kupferarmen Lechen sowie bei schwefelfreien kupferhaltigen Producten wird im Converter nicht die für einen guten Gang des Processes erforderliche Temperatur erreicht; es müssen deshalb Substanzen in den Converter gebracht werden, welche durch ihre Verbrennung eine hohe Temperatur entwickeln und dieselbe dem Lech- bezw. dem Metallbade mittheilen. Als solche bezeichnet Manhes Mangan, Silicium, Phosphor, Spiegeleisen, Ferromangan, Ferrosilicium und phosphorhaltiges Eisen. Die Eisenverbindungen soll man für sich schmelzen und dann in den Converter bringen, die übrigen Körper aber den in Schmelzung begriffenen kupferhaltigen Massen zuführen.

Enthalten die Kupfererze Edelmetalle in gewinnbarer Menge, so soll nach Manhes (D. R.-P. 16309) der Oxydationsprocess im Converter soweit getrieben werden, dass auch der gröfste Theil des Kupfers oxydirt wird. Der zurückgebliebene Kupferkönig enthält die Edelmetalle in solcher Quantität, dass eine sofortige Scheidung bezw. Gewinnung derselben erfolgen kann. Auch bei dieser Art des Verblasens müssen die eben genannten Wärme-Entwickler zugesetzt werden.

Es ist nicht zu leugnen, dass durch das angeführte Verfahren, welches in anderen Gestaltungen schon wiederholt versucht worden ist (Verfahren von Jossa, Rittinger, Hollway, Tessié du Motay, welche indes sämmtlich nur bis zur Erzeugung von Concentrationsstein bezw. Halbschwefelkupfer gingen), eine wesentliche Vereinfachung des verwickelten Processes der Kupfergewinnung aus geschwefelten Erzen auf trockenem Wege herbeigeführt und besonders auch an Zeit

[1]) Siehe Wochenschrift 1881, Seite 314).

bedeutend gespart werden könnte, wenn sich dasselbe ohne technische und ökonomische Bedenken ausführen liefse; in dieser Hinsicht müssen erst Ergebnisse abgewartet werden.

Vorschläge von Rössler in Frankfurt a. M., welche zur Patentirung angemeldet sind, bezwecken die Reduction und die Scheidung von Gold, Silber, Blei und Kupfer durch Aufblasen von Luft auf die geschmolzenen Schwefelmetalle. Schmilzt man nämlich nach Rössler eine aus Gold, Silber und Kupfer bestehende Legirung mit einem Ueberschusse von Schwefel zusammen, so werden Kupfer und Silber in Schwefelmetalle verwandelt. Lässt man dann auf die geschmolzene Masse einen Luftstrom einwirken, so wird das Gold und der gröfste Theil des Silbers niedergeschlagen, während Kupfer und ein verhältnismäfsig geringer Theil des Silbers mit dem Schwefel verbunden bleiben. Aber auch diese Schwefelmetalle werden bei fortgesetztem Blasen zu Metall reducirt. Unterbricht man also zu einer bestimmten Zeit das Blasen, so kann man das Gold und den gröfsten Theil des Silbers als Metalle erhalten, während man den kleinsten Theil des Silbers an Schwefelkupfer gebunden zurückhält. Das letztere lässt sich von den Metallen Gold und Silber trennen und kann dann durch weiteres Blasen auf silberhaltiges Kupfer verarbeitet werden. Beide Arten von Legirungen lassen sich in bekannter Weise scheiden (durch Schwefelsäure). Bei diesem Verfahren, welches in der Frankfurter Scheide-Anstalt betriebsmäfsig eingeführt ist, gewinnt man die schweflige Säure in so concentrirter Gestalt, dass dieselbe zur Schwefelsäure-Fabrikation (nach der auf S. 523 beschriebenen Methode von Rössler) mit Vortheil Verwendung finden kann.

Rössler schlägt vor, die Reduction von Schwefelkupfer und Schwefelblei zu Metallen in ähnlicher Weise durch Aufblasen von Luft auf die in geschlossenen Schmelzräumen befindlichen Schwefelmetalle vorzunehmen. Dieser Process würde in ähnlicher Weise eine Abkürzung der gegenwärtig ausgeführten Processe der Blei- und besonders der Kupfergewinnung herbeiführen, wie das oben beschriebene Verfahren von Manhes. Man würde hierbei auch zur Schwefelsäure-Gewinnung geeignete Röstgase erhalten und dadurch die Frage der Condensation der in den Röstgasen enthaltenen Säuren des Schwefels zum Abschlusse bringen. Gleichzeitig mit der Reduction würde sich auch eine Scheidung gewisser Metalle dadurch erreichen lassen, dass man zuerst einen Theil des Schwefels entfernt und dann das ausgeschiedene Metall von dem darüber stehenden Schwefelmetalle trennt. Wenn beispielsweise Blei, Kupfer, Gold und Silber in einem Steine vorhanden sind, so fällt beim Verblasen zunächst das Gold aus, sodann der gröfste Theil des Silbers mit dem Blei (und Antimon und Zinn); das Kupfer dagegen ist nach dem Ausfallen der gedachten Metalle noch als Schwefelmetall vorhanden. Rössler schlägt daher dieses Verfahren zum Entgolden von Kupferstein, zum Entsilbern und Entgolden gemischter Blei- und Kupfersteine sowie zum Entgolden von Bleistein vor. Dieses Verfahren dürfte eine Zukunft haben, wenn es gelingt, für den Grofsbetrieb sich eignende Gefäfse herzustellen.

F. A. Hesse Söhne in Heddernheim bei Frankfurt a. M., welchen bereits früher das Raffiniren des Kupfers mit Hülfe der Hydrate der alkalischen Erden patentirt ist (D. R.-P. 9265), verwenden nach einem Zusatzpatente (16683)[1]) auch Hydrate der Alkalien sowie Carbonate der Alkalien und alkalischen Erden zu dem gleichen Zwecke. Bei der Anwendung von Carbonaten soll das Metallbad erst eine genügende Menge von Sauerstoff aufgenommen haben, da die fremden Beimengungen im metallischen Zustande nicht gebunden werden. Man oxydirt dieselben daher vor dem Zusatze der Carbonate durch Hydrate der Alkalien oder alkalischen Erden, durch Gebläsewind oder andere Oxydationsmittel, z. B. durch Braunstein.

Die elektrolytische Scheidung von Kupfer und Edelmetallen wird in Deutschland geheim gehalten. Zu Oker, wo dieselbe in hohem Mafse ausgebildet ist, sollen von je einer Siemens'schen elektrodynamischen Maschine in 12 hintereinander geschalteten Zellen pro 24 Stunden ca. 300^{kg} Rohkupfer aufgelöst und in Plattenform an den Kathoden niedergeschlagen werden. Man scheidet daselbst unreines silberhaltiges Schwarzkupfer, welches in Platten gegossen wird, die als Anoden aufgehängt werden.

[1]) Siehe Wochenschrift 1882, No. 6.

Von neueren Abhandlungen sind zu erwähnen:

- Hauch, Nagybanyaer Hüttenprocesse, Oesterr. Zeitschrift 1881, S. 256.
- T. Sterry Hunt, Die Hydrometallurgie des Kupfers und seine Trennung von den edlen Metallen. Engin. a. Min. J. 32, S. 104.
- Capacci. Die Freiberger Hüttenwerke, Berg- und Hüttenm. Zeitschr. 1881, S. 339, 349, 363, 382.
- Ober-Berg- und Hütten-Direction in Eisleben, Der Kupferschieferbergbau und der Hüttenbetrieb zur Verarbeitung der gewonnenen Minern in den beiden Mansfelder Kreisen und im Sangerhäuser Kreise der Preufs. Provinz Sachsen unter Berücksichtigung der geognostischen und historischen Verhältnisse.

Silber.

Bei der Silbergewinnung aus Werkblei[1]) mit Hülfe von Zink hat sich das Cordurié-Schnabel'sche Verfahren vorzüglich bewährt; nach diesem Verfahren wird das Werkblei der Oberharzer Hütten entsilbert. Dasselbe besteht in der Zersetzung der bei der Entsilberung erhaltenen Blei-Zink-Silberlegirung durch Wasserdampf in einen metallischen und in einen oxydischen Theil, in der Auslaugung des in dem oxydischen Theil enthaltenen Zinkoxyds durch Ammonium-Carbonat und in der gemeinsamen Verarbeitung des metallischen und des durch Ammonium-Carbonat entzinkten oxydischen Theiles durch den Abtreibeprocess.

Die ammoniakalische Zinklösung wird destillirt, wodurch man einerseits das Ammoniak regenerirt, andererseits basisches Zink-Carbonat niederschlägt, welches durch Glühen im Flammofen in Zinkweifs übergeführt wird. Das durch Ammoniak aus dem oxydischen Theile gleichfalls aufgelöste Kupfer wird vor der Destillation der Lösung durch metallisches Zink aus der Lauge ausgefällt. Bei diesem Verfahren, welches durch den Werth des gewonnenen Zinkweifses sich vollständig bezahlt macht, hat man nach den Ergebnissen einer zweijährigen Betriebsperiode in Lautenthal gegen die Probe ein Silberausbringen von 105,7 pCt., während bei dem früher angewendeten Flach'schen Verfahren das Silberausbringen 102 pCt. gegen die Probe betrug.

Bei der directen Destillation des Zinks aus der Blei-Zink-Silber-Legirung ist man in der letzten Zeit auf einigen Hüttenwerken zu gröfseren Retorten übergegangen, welche sich gut zu bewähren scheinen. Bei diesem Verfahren ist das Ausbringen an Silber niedriger, als bei dem vorher angegebenen Verfahren.

Mit dem Keith'schen Verfahren der Scheidung von Silber und Blei durch Electrolyse sind in Clausthal einige Versuche gemacht und von Hampe in der Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Bd. 30, Heft 1, S. 81 beschrieben worden. Nach demselben liegt ein Hauptmangel des Processes darin, dass das an den Kathoden niedergeschlagene Blei eine dendritische Form hat und zu den Anoden herüberwächst, so dass zwischen beiden Polen eine metallische Leitung hergestellt ist, durch welche der Strom hindurchgeht, anstatt die gröfseren Leitungswiderstand bietende Flüssigkeit zu passiren. Das niedergeschlagene Blei muss ferner wegen seiner voluminösen Beschaffenheit und leichten Oxydirbarkeit vermittelst hydraulischer Pressen zusammengedrückt und umgeschmolzen werden. Die bleizuckerhaltigen Waschwasser (als Elektrolyt benutzt man eine Auflösung von Bleizucker in Wasser) vom Auswaschen des Bleies und des Silberschlammes müssen gesammelt und, falls erforderlich, abgedampft werden. Die Zugutemachung des Silberschlammes ist schwierig und kostspielig, und schliefslich ist das niedergeschlagene Blei bei weitem unreiner, als das bei anderen Entsilberungsprocessen gewonnene. Beispielsweise gingen in Clausthal das gesammte Zink und Wismuth des Werkbleies in dasselbe über.

Aus den angeführten Gründen, von welchen der zuletzt erwähnte der schwerwiegendste ist, steht nicht zu erwarten, dass die elektrolytische Scheidung von Blei und Silber in ihrer gegenwärtigen Entwicklungsphase in den Grofsbetrieb eingeführt werden wird.

[1]) Siehe Wochenschrift 1878, S. 424; 1879, S. 22 u. 244.

An verschiedenen Orten angestellte Versuche, die Blei-Zink-Silberlegirung von der Entsilberung des Werkbleies durch Zink mit Hülfe der Elektrolyse zu scheiden, sind ebenfalls missglückt.

Farnham Maxwell Lyte in London (D. R.-P. 13 792) behandelt blei- und silberhaltige Erze nach vorgängiger Röstung mit heifser Salzsäure, wodurch er aufser etwa vorhandenem Kupfer und Zink auch Blei und Silber in Lösung bringt. Durch Zusatz von frischem Erze zu der Lösung will er Blei und Silber wieder ausfällen und statt dieser Metalle Kupfer und Zink in dieselbe führen. Durch kochende Lösungen von Chlornatrium, Chlorkalium oder Chlormagnesium bringt er Blei und Silber, welche als Chlorverbindungen niedergeschlagen worden sind, in Lösung, fällt das Blei durch Abkühlenlassen der Lösung als Chlorblei und schlägt aus der von dem letzteren getrennten Lösung das Silber durch Schwammblei nieder. Ob dieses Verfahren, welches nach der Patentschrift noch auf verschiedene Weise umgestaltet werden kann, Eingang in die Praxis gefunden hat, ist nicht bekannt geworden.

Das nämliche lässt sich von dem Designolle'schen Verfahren der Verarbeitung edelmetallhaltiger Kupfererze sagen. (D. R.-P. 11 415 mit Zusatzpatent 15 532.) Dasselbe besteht im Amalgamiren der gemahlenen Erze mit Quecksilber, Quecksilberchlorid, Kochsalz und Eisenschwamm, mit darauf folgendem Erhitzen des Amalgams in eisernen Tiegeln bei einer 500° C. nicht übersteigenden Temperatur, wodurch man zwei durch Messer von einander trennbare Schichten, eine obere von schwammförmigem Kupfer und eine untere dichte Schicht von Edelmetallen erhalten soll.

Rostaing di Rostagni (D. R.-P. 14 717) will Edelmetalle aus Gesteinen durch Schmelzen derselben mit Zinkverbindungen gewinnen und das erzeugte Zinkglas zur Glas- und Emaille-Fabrikation verwenden; auch über den Erfolg dieses Verfahrens ist nichts bekannt geworden.

Auf englischen Hüttenwerken soll die Schwefelsäurelaugerei für silberhaltige Kupfersteine Eingang gefunden und daselbst die Augustin'sche und Ziervogel'sche Silber-Extractionsmethode verdrängt haben. Die Schwefelsäure zum Auflösen des Kupfersteines wird auf den Werken selbst erzeugt. Aus der Kupfervitriollösung wird das Kupfer durch Schwefelwasserstoff als Schwefelkupfer gefällt und als solches weiter verarbeitet. Der Schwefelwasserstoff wird dadurch hergestellt, dass schweflige Säure enthaltende Röstgase gemeinschaftlich mit Wasserdampf durch glühende Kohlen geführt werden.

Legirungen.

Hinsichtlich der Herstellung von Legirungen sind zu erwähnen das Patent von v. Luwroff (D. R.-P. 14 422) zur Herstellung von Phosphorblei-Bronze und das Patent von Dick (D. R.-P. 17 161) betreffend Neuerungen an dem Verfahren zur Herstellung von Legirungen aus Eisen, Kupfer, Zinn und Phosphor mit oder ohne Blei. Sch.

Neue Anwendung der Simpson'schen Regel bei einer geraden Anzahl Ordinaten.

Der analytische Ausdruck für eine von einer Geraden und einer Curve begrenzten Fläche ist $\int y\,dx$.

Da bei Schiffs-Quer- und Längsschnitten die begrenzenden Curven beinahe nie mathematische sind, so ist man gezwungen, die Flächen mittelst der Simpson'schen Regel auszurechnen. Selbige gilt aber nur für eine ungerade Anzahl Ordinaten. Die Fläche F beistehender Figur, in welcher der schraffirte Theil ≅ dem nicht schraffirten, ist demnach:

$$F = {}^2/_3\,\Delta z\,({}^1/_2 y_0 + 2y_1 + 1y_2 + 2y_3 + 1y_4 + 2y_5 + 1y_6 + 2y_7 + 1y_8 + 2y_9 + {}^1/_2 y_{10});$$

ferner:
$$F = {}^2/_3\,\Delta z\,({}^1/_2 y_0 + 2y_1 + 1y_2 + 2y_3 + 1y_4 + 1y_5) + {}^2/_3\,\Delta z\,(1y_5 + 1y_6 + 2y_7 + 1y_8 + 2y_9 + {}^1/_2 y_{10}).$$

Demnach ist die schraffirte Fläche

$$F_1 = {}^2/_3\,\Delta z\,({}^1/_2 y_0 + 2y_1 + 1y_2 + 2y_3 + 1y_4 + 1y_5).$$

Hiermit ist der genaue Inhalt einer Fläche vermittelst einer geraden Anzahl Ordinaten errechnet worden. Diese Methode kann zur Errechnung der Spantflächen (Schiffquerschnitte) benutzt werden und kann ferner bei der Bestimmung der Schwerpunkts- und der metacentrischen Curven, des Lastenmafsstabes die nothwendigen Rechnungen erleichtern. Allgemein heifst die Formel:

$$F_1 = {}^2/_3\,\Delta z\,({}^1/_2 y_0 + 2y_1 + 1y_2 + 2y_3 + 1y_4 + 2y_5 + \ldots + 1y_{n-5} + 2y_{n-4} + 1y_{n-3} + 2y_{n-2} + 1y_{n-1} + 1y_n),$$

zerlegt:

$$F_1 = {}^2/_3\,\Delta z\,({}^1/_2 y_0 + 2y_1 + 1y_2 + \ldots + 2y_{n-2} + {}^1/_2 y_{n-1}) + {}^2/_3\,\Delta z\,({}^1/_2 y_{n-1} + 1y_n).$$

Der erste Theil ist die Simpson'sche Regel. Was bedeutet ${}^2/_3\,\Delta z\,({}^1/_2 y_{n-1} + 1y_n)$? Setzt man $y_{n-1} = y_n$, wie es mittschiffs meistens in der Nähe der obersten Wasserlinie (Schwimmlinie) der Fall ist, so ist ${}^2/_3\,\Delta z\,({}^1/_2 y_{n-1} + 1y_n) = y_n\,\Delta z$ = dem Inhalte eines Rechteckes.

Sollte $y_{n-1} < y_n$ sein, z. B. $y_{n-1} = {}^1/_2 y_n$, dann würde — die von y_{n-1}, y_n, Δz und dem Curvenstücke begrenzte Fläche als Trapez betrachtet — der genaue Inhalt desselben $= \frac{y_{n-1} + y_n}{2}\,\Delta z = 0{,}75\,y_n\,\Delta z$ sein und nach ${}^2/_3\,\Delta z\,({}^1/_2 y_{n-1} + 1y_n)$ gerechnet $= 0{,}833\,y_n\,\Delta z$.

Bei der Annahme $y_{n-1} = {}^2/_3\,y_n$ ist der Trapezinhalt $= 0{,}833\,y_n\,\Delta z$ und ${}^2/_3\,\Delta z\,({}^1/_2 y_{n-1} + 1y_n) = 0{,}889\,y_n\,\Delta z$. Man bekommt zu grofse Werthe; ist $y_{n-1} > y_n$, zu kleine. Daraus folgt, dass die Richtigkeit obiger Regel von der Bedingung abhängig ist, dass y_n entweder $= y_{n-1}$ oder nicht viel $\gtrless y_{n-1}$ ist. Diese Bedingung lässt sich aber durch eine zweckmäfsige Wahl von Δz erfüllen.

Will man nun das Volumen des Schiffes errechnen, so setzt man nach Simpson

$$V = 2\tfrac{2}{3}\,\Delta x\,(\tfrac{1}{2}A_0 + 2A_1 + 1A_2 + 2A_3 + \ldots + 1A_{n-2} + 2A_{n-1} + \tfrac{1}{2}A_n).$$

Hierin bedeutet Δx die Spantendistanz und A_0, A_1, A_2 usw. die ${}^1/_2$-Spantflächen (Querschnitte).

Rechnet man nach Wasserlinien bei einer ungeraden Anzahl Wasserliniendistanzen, so ist

$$V = 2\tfrac{2}{3}\,\Delta z\,(1B_0 + 1B_1 + 2B_2 + 1B_3 + \ldots + 2B_{n-3} + 1B_{n-2} + 2B_{n-1} + \tfrac{1}{2}B_n).$$

Hierin bedeuten B_0, B_1, B_2 usw. die ${}^1/_2$-Wasserlinienflächen (Horizontalschnitte), B_0 die oberste Wasserlinie und Δz die Wasserliniendistanz.

Die Schwerpunktslage einer nach Simpson's und der vorliegenden Regel errechneten Fläche ist beinahe dieselbe.

Nehme man einen sehr extremen Fall an und berechne Areal und Schwerpunkt eines Viertelkreises von 1 Meter Radius. Das genaue Areal ist 0,785 qm und der Schwerpunkt 0,42 m von der Y-Axe entfernt.

Nach Simpson

Ordinate				
1,000	1	1,000	0	0,000
0,968	4	3,872	1	3,872
0,866	2	1,732	2	3,464
0,662	4	2,648	3	7,944
0,000	1	0,000	4	0,000
		3 : 9,252		15,280
		× 0,25		0,25

Areal = 0,771 qm. 0,412 m ist der Schwerpunkt von der Y-Axe entfernt.

1,000	2	2,000	0	0,000
0,954	2	1,908	1	1,908
0,746	4	2,984	2	5,968
0,000	1	0,000	3	0,000
		3 : 6,892		7,876
		× 0,333		0,333

Areal = 0,766 qm. 0,381 m ist der Schwerpunkt von der Y-Axe entfernt.

(In diesem Beispiel ist statt ${}^2/_3\,\Delta z\,({}^1/_2 y_0 + 2y_1 + 1y_2 + \ldots)$, ${}^1/_3\,\Delta z\,(1y_0 + 4y_1 + 2y_2 + \ldots)$ gesetzt.

Die allgemeine Formel für den Schwerpunkt einer Fläche ist:

$$z_0 = \frac{{}^2/_3\,(\Delta z)^2\,(0 \cdot {}^1/_2 y_0 + 1 \cdot 2y_1 + 2 \cdot 1y_2 + 3 \cdot 2y_3 + \ldots + (n-3)\,1y_{n-3} + (n-2)\,2y_{n-2} + (n-1)\,1y_{n-1} + n\,y_n)}{{}^2/_3\,\Delta z\,({}^1/_2 y_0 + 2y_1 + 1y_2 + 2y_3 + \ldots + 1y_{n-3} + 2y_{n-2} + 1y_{n-1} + y_n)}.$$

Hierin bedeutet z_0 den Abstand des Schwerpunktes von y_0.

Zum Schluss erlaubt sich der Unterzeichnete zu bemerken, dass, da der Raum nicht gestattet, längere numerische Schiffsrechnungen anzuführen, bei nach beiden Regeln gerechneten Schiffen die Volumina bis auf ungefähr einen Cubikmeter, die Schwerpunktslagen bis auf zwei Centimeter übereinstimmten.

E. Goecke.

Eisenhüttenwesen.

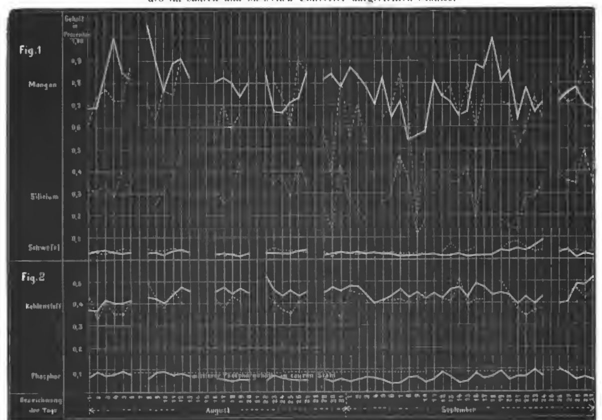
Ueber die Erzeugung von Flusseisen und Stahl in der Bessemer-Birne und dem Flammofen mit saurer und basischer Zustellung giebt Hr. Delafond in den Annales des mines einen werthvollen Bericht, dem die in Creusot erzielten Resultate zu Grunde gelegt sind, wo bekanntlich in Frankreich die ersten Versuche mit dem Entphosphorungsverfahren von Thomas-Gilchrist aufgenommen worden sind. Ueber den infolge dessen dort eingeführten Betrieb sind nur selten Einzelheiten in die Oeffentlichkeit gedrungen, weil infolge eines besonderen Abkommens mit den Patentbesitzern seitens der Gesellschaft kein Interesse für die Einführung des Verfahrens bei der Concurrenz vorlag.

Die Herstellung von Flusseisen und Stahl wurde in Creusot im Jahre 1867 in zwei Siemens-Martin'schen Herdschmelzöfen begonnen; um aber die in dieser Zeit in Aufnahme gekommene Massenfabrikation dieses Materiales möglichst schnell einführen zu können, wurde ein Bessemer-Stahlwerk für 6 Converter von je 8^t^ Gehalt errichtet. Der Herdschmelzprocess kam erst in den letzten Jahren dort wieder zur Geltung und wurde in großartigem Maßstabe ausgeführt, als es sich mehr um die Herstellung von Qualitätsstahl zur Anfertigung von Geschützen und Panzerplatten handelte. Hierbei wurde denn auch der Flammofen mit rotirendem Herde nach der Construction von Bouvard, Director des dortigen Stahlwerkes, zur Anwendung gebracht.

Ein Hauptwerth des vorliegenden Berichtes besteht zunächst in der vergleichenden Zusammenstellung der Ermittelungen über die chemischen und physikalischen Eigenschaften der nach dem sauren und basischen Verfahren hergestellten verschiedenen Flusseisensorten, welche unter Benutzung einer großen Anzahl von chemischen Analysen sowie von Zerreifsungs-, Schlag- und Belastungsproben angefertigt wurde und deren wichtigste Ergebnisse in nachstehenden Diagrammen graphisch dargestellt sind.

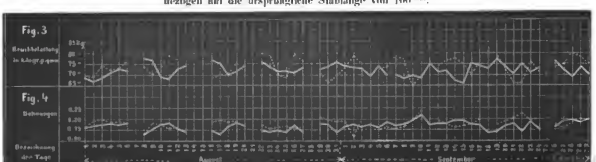
Chemische Untersuchungen.

Graphische Darstellung der Schwankungen in dem Gehalt an Mangan, Silicium, Schwefel, Kohlenstoff und Phosphor des im sauren und basischen Converter dargestellten Stahles.



Physikalische Untersuchungen.

Diagramme für die Bruchbelastungen in Kilogramm pro Quadratmillimeter und die Dehnungen bis zum Bruche bezogen auf die ursprüngliche Stablänge von 100^mm^.



In vorstehenden 4 Figuren entsprechen die punktirten Linien dem Producte des sauren, die vollen Linien demjenigen

Werkzeugmaschinen.

Die **Tanite Comp.** in Stroudsberg V. St. A. hat eine Maschine zum Schleifen gusseiserner Lagerschalen nach folgendem Principe construirt. Unter der Schmirgelschleifscheibe *a*, Fig. 1, welche 0,5 m Durchm. hat und mit 25 m Umfangsgeschwindigkeit sich bewegt, wird das rohe Lager durchgeschoben. Dasselbe wird durch einen Support *b* festgehalten, der seine Führung senkrecht zur Axe der Scheibe und in einer mit der Axe parallelen Ebene durch die Rundstangen *c c* erhält. Die Höhenlage dieser Stangen ist verstellbar. Um nun der Schmirgelscheibe genau die richtige Form, d. h. ihrem Profile genau den Halbmesser *r* der Welle zu geben, für welche die Lagerschale geschliffen wird, bedient man sich des Hülfsapparates Fig. 2. Derselbe besteht aus einem Ständer *d d*,

Fig. 1

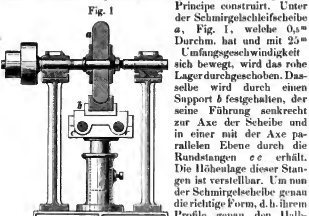
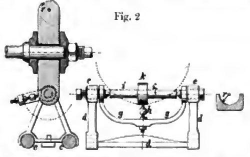


Fig. 2



welcher auf die Führungsstangen *c* passt. In die Augen *e* sind Zapfen eingeschraubt, die genau eine Axe haben. Um diese Zapfen dreht sich der U-förmige Bügel *g*. Dieser Bügel trägt eine Stellschraube, in deren Kopf *h* eine Diamantschneide eingespannt ist, mit welcher die Schmirgelscheibe bearbeitet werden kann. Diese Schneide wird nun so eingestellt, dass sie die Scheibe *k*, welche denselben Durchmesser $2r$ wie die Welle hat, und welche auf den Dorn *i* zwischen den Körnerspitzen gesteckt ist, genau berührt. Ist die Spitze richtig gestellt, so wird *i* herausgenommen und der Apparat unter die Schmirgelscheibe *a* gebracht. Durch langsames Drehen der Scheibe, während der Bügel *g* mit der Schneide *h* um dieselbe herumgeführt wird, erhält dieselbe die für den Wellendurchmesser $2r$ richtige Form.

Der Schlitten *b* kann selbstthätig von der Maschine hin- und hergeführt werden, und soll man mit derselben 150 bis 500 Lagerschalen pro Tag schleifen können. (Annales industrielles, 6. August 1882). A. G.

Eisenhüttenwesen.

Der Bauxit und seine Verwendung zur Herstellung von Cement aus Hohofenschlacke ist der Titel einer Broschüre vom Hrn. Bergingenieur Ludw. Roth (Wetzlar. Ferdinand Schnitzler, 1882), welche einige bemerkenswerthe Winke über das dem Verfasser patentirte Verfahren giebt.

In der Broschüre werden zunächst Vorkommen, Eigenschaften und Zusammensetzung des Bauxits mitgetheilt. Es wird dann die Zusammensetzung von Portlandcement besprochen, und können danach die Grenzen für die wesentlichen Bestandteile einer guten Qualität desselben als folgende angenommen werden:

Kalkerde	zwischen	55	und	60	pCt.
Kieselerde	»	22	»	26	»
Thonerde	»	6	»	10	»

oder unter Umständen auch mehr.

Als Durchschnittszusammensetzung einer Giefsereieisen-Schlacke glaubt der Verfasser folgende annehmen zu sollen:

Kalkerde	51,62 pCt.
Kieselsäure	35,13 »
Thonerde	9,53 »
Magnesia	1,38 »
Eisenoxydul	0,87 »
Manganoxydul	0,27 »
Schwefel	0,88 »
	99,97 pCt.

Aus der Vergleichung der Zusammensetzung von Cement und solcher Hohofenschlacke ergiebt sich, dass die Bestandtheile beider dieselben, aber deren Mischungsverhältnisse verschieden sind. Um aus der Schlacke also Cement herzustellen, hat man die Zusammensetzung derselben quantitativ derjenigen des letzteren entsprechend umzugestalten und das darin enthaltene Schwefelcalcium unschädlich zu machen. Dieser doppelte Zweck wird dadurch erreicht, dass die Hohofenschlacke mit Bauxit und Kalk in pulverisirtem Zustande gemischt, in Ziegel geformt und gebrannt wird. Das Brennen der lufttrockenen Ziegel findet in Oefen statt, wie sie bei der Portlandcement-Fabrikation gebräuchlich sind — am besten im Hoffmann'schen Ringofen. Zuerst wird dunkle und hierauf helle Rothglut gegeben, um alle etwa noch vorhandene Feuchtigkeit, das Hydratwasser und die Kohlensäure auszutreiben und dabei zugleich einen Theil des Schwefelcalciums in Schwefelwasserstoff und Kalkaluminat überzuführen. Zuletzt wird die Masse in scharfer Weifsglut zum Sintern gebracht. Die sich hierbei ergebende Cementschlacke wird in der gewöhnlichen Weise zerkleinert und gemahlen.

Werden von der von selbst zerfallenden Hohofenschlacke, deren Analyse oben gegeben wurde,

100 Theile mit
85 Theilen Kalkstein oder Kreide von z. B. 98 pCt. kohlensaurem Kalk und 2 pCt. Kieselsäure und
15 Theilen Bauxit mit z. B. 48,3 pCt. Thonerde

gemischt und gebrannt, so ergeben sich nach der Berechnung bei der Annahme, dass die Hälfte des Schwefels aus der Schlacke unter Bildung von Schwefelwasserstoff entweicht, 158,66 Theile Cement von folgender Zusammensetzung:

Kalkerde	61,9 pCt.
Kieselsäure	24,1 »
Thonerde	10,6 »
Eisenoxyd	1,3 »
Eisenoxydul, Manganoxydul	0,8 »
Magnesia	1,0 »
Schwefel	0,3 »
	100,0 pCt.

Zu einer Schlacke von z. B. folgender Zusammensetzung:

Kieselsäure	40,92 pCt.
Thonerde	14,85 »
Eisenoxydul	1,37 »
Manganoxydul	0,97 »
Kalkerde	32,29 »
Magnesia	4,85 »
Kali	1,83 »
Schwefelcalcium	1,61 »
	98,89 pCt.

mischt man

100 Theile dieser Schlacke mit
150 Theilen Kreide oder Kalkstein (beispielsweise von 98 pCt. kohlensaurer Kalkerde und 2 pCt. Kieselsäure) und
10 Theilen Bauxit von der beim vorigen Beispiele verwandten Sorte.

Das Brennen dieser Mischung ergiebt nach der Berechnung, unter Annahme, dass die Hälfte des Schwefelcalciums in Kalkerde und Schwefelwasserstoff zersetzt würde, 1 1,21 Theile Cementschlacke von folgender Zusammensetzung: 9

Kalkerde	60,3 pCt.
Kieselsäure	23,5 »
Thonerde	10,3 »
Eisenoxyd	0,7 »
Eisenoxydul, Manganoxydul	1,3 »
Magnesia	2,5 »
Kali	1,0 »
Schwefelcalcium	0,4 »
	100,0 pCt.

Die Schlacken eines bestimmten Betriebes sind meistens ziemlich gleich zusammengesetzt und ist deshalb nach einmaliger Feststellung des Mischungsverhältnisses ein regelmäfsiges Fabrikat wohl zu erwarten.

Die Verwerthung der Hohofenschlacke in gröfseren Mengen zur Herstellung von Mauersteinen (Lürmann) oder Cement bedeutet für unsere Eisenindustrie eine Quelle des Gewinnes aus einem Materiale, welches nicht allein nichts werth ist, sondern viel kostbare Arbeit und Raum erfordert. F. L.

Litteratur.

Des Ingenieurs Taschenbuch. Herausgegeben von dem Verein »Hütte«; zwölfte umgearbeitete und vermehrte Auflage. Berlin 1883. Ernst & Korn.

Als einen alten Bekannten begrüfsen wir die zwölfte Auflage dieses Taschenbuches, durch dessen Erhaltung und fleifsige Pflege der Verein »Hütte« sich dauernd ein grofses Verdienst erwirbt; doch soll damit nicht gesagt sein, dass dieser Bekannte noch »ganz der alte« sei; im Kerne seines Wesens ist er es gewiss in gleicher Gediegenheit und Tüchtigkeit, aber in gar mancher Richtung reicher entwickelt, so dass man bereitwillig das unausgesetzte Streben, bessernd und mit den Fortschritten der Technik Schritt haltend dem Werke seine angesehene Stellung zu bewahren, anerkennen muss.

Unter den zahlreichen Veränderungen und Zusätzen gegenüber der elften Auflage seien hier nur einige erwähnt. So finden wir im Capitel der Mechanik die neueren Arbeiten über die Bewegung des Wassers und der Luft, über den Ausfluss gesättigten Wasserdampfes verwerthet; in der Festigkeitslehre haben die Classification von Eisen und Stahl nach den Beschlüssen der Eisenbahnen, die Wöhlert'schen Gesetze und die vom Vereine deutscher Ingenieure gemeinsam mit dem Verbande der Architekten und Ingenieurvereine aufgestellten Normalprofile für Walzeisen Aufnahme gefunden. Dem Capitel »Maschinentheile« sind Radinger's Zahlen über Riemenbetrieb, Reuleaux's Berechnung der Zahnräder hinzugefügt bezw. ergänzt; umgearbeitet ist die Schwungradberechnung. Ebenso sind »die Turbinen« neu bearbeitet, bei der Berechnung der Dampfmaschinen die Arbeiten von G. Schmidt, Radinger und R. Werner eingefügt; ähnliche Behandlung ist dem Eisenbahnwesen, den Werkzeugmaschinen und den Getreidemühlen zu Theil geworden.

Für die Beibehaltung der englischen Mafse in den Tabellen auf Seite 521 usw. in dem sonst durchweg Metermafs anwendenden Buche liegt wohl kaum noch ein zwingender Grund vor.

Da der Verein »Hütte« die Herausgabe eines chemisch-hüttenmännischen Taschenbuches unternommen hat, so sind einige Abschnitte der chemischen Industrie und des Metallhüttenwesens dem vorliegenden Taschenbuche entnommen worden, um jenem einverleibt zu werden.

Auch der Anfang und die Tabellen sind erweitert worden, u. a. durch Aufnahme des Patentgesetzes, der Gewerbeordnung u. s. w.

Ohne Zweifel wird das Taschenbuch seinen wohlverdienten Platz auf dem Arbeitstische des Ingenieurs (für ein Taschenbuch ist es nachgerade zu inhalt- und umfangreich geworden) auch durch die neueste Auflage behaupten. —s.

Technologisches Wörterbuch in englischer und deutscher Sprache; in Verbindung mit mehreren Fachleuten herausgegeben von Gustav Eger, Professor an der grofsherzogl. hessischen technischen Hochschule zu Darmstadt. In 2 Theilen. Braunschweig 1882. Friedr. Vieweg & Sohn. Erster Theil: Englisch-Deutsch, technisch durchgesehen und vermehrt von Otto Brandes, Chemiker.

Fragt man nach dem Bedürfnisse eines solchen Werkes, wie das oben genannte, so muss man dasselbe entschieden bejahen; denn die allgemeinen Lexika sind nicht im Stande, dem täglich wachsenden Wortschatze der Technik genügend gerecht zu werden, und die älteren technologischen Wörterbücher, selbst die besten unter ihnen, reichen nicht mehr aus gegenüber der raschen Entwicklung der Technik. Mit dieser Entfaltung geht eine tägliche Neubildung und Neuanwendung technischer Ausdrücke Hand in Hand, die man vor wenigen Jahren kaum oder gar nicht kannte. Man denke nur an die Entwicklung der Elektrotechnik, die Umgestaltung der Stahlerzeugung durch den basischen Process usw. Das Bedürfnis liegt also ohne Zweifel vor, und die Lösung der Aufgabe ist eine durchaus tüchtige. Freilich ist es wohl ziemlich die schwerste Aufgabe des Recensenten, ein Wörterbuch binnen kurzer Frist zu beurteilen; dazu gehört eigentlich ein täglicher Gebrauch desselben während längerer Arbeitszeit. Vorläufig muss sich der Kritiker darauf beschränken, eine Reihe von Ausdrücken aufzusuchen, die ihm als besonders wichtig, neu oder selten bekannt sind, um aus deren Behandlung auf die übrigen zu schliefsen. Diese Probe hat das Buch gut bestanden, und in diesem Sinne können wir heute schon das Buch warm empfelen, für dessen sorgfältige Ausarbeitung auch die Namen des Verfassers und seiner Mitarbeiter bürgen.

Die äufsere Ausstattung ist, wie von der Verlagsfirma nicht anders zu erwarten, eine durchaus gediegene. —s.

Zuschriften an die Redaction.

In meiner Abhandlung: »Die Resultate der Heizversuchsstation München« (Ztschr. d. Ver. dtsch. Ing. 1882, S. 440) ist gelegentlich der Erörterung unserer mangelhaften Kenntnisse über die Verbrennungsbedingungen eine Stelle aus einem 1881 erschienenen Schriftchen citirt und dabei angeführt, dass dieselbe aus Dingler's polytechnischem Journal in diese Broschüre übergegangen sei. Von befreundeter Seite werde ich darauf aufmerksam gemacht, dass durch Hinweglassung des Jahrganges, in welchem das fragliche Citat in Dingl. Journ. erschien, ein Missverständnis möglich sei, welches einen Vorwurf für die Redaction dieses Journals enthielte. Um diesem Missverständnisse vorzubeugen, beeile ich mich, zu erklären, dass die fragliche Stelle bereits 1866, also vor der Publikation der Scheurer-Kestner'schen Arbeiten erschienen ist (Bd. 179. Seite 5), und dass es mir lediglich darauf ankam, durch das Citat zu zeigen, wie zähe falsche Vorstellungen festgehalten werden und wie schwer es ist, irrige Anschauungen auszumerzen trotz jahrelanger, mühevoller Arbeiten auf dem Gebiete des Feuerungswesens, an deren Publikation sich gerade Dingler's Journal in hervorragender Weise betheiligt hat.

München im October 1882. Dr. H. Bunte.

Verehrliche Redaction.

In Heft 4 dieses Jahrganges wurde von Hrn. Ingenieur A. Kuntze in Wiesbaden ein Aufsatz über die den Transport der Erze von der Lahn nach der Grube Friedrichssegen bei Oberlahnstein vermittelnde schmalspurige, gemischte Adhäsions- und Zahnradbahn gebracht, in welchem höchst schätzenswerthe Angaben über Bau, Betrieb und Leistungen solcher Bahnen enthalten sind. In den Vergleichen, welche hierbei zwischen der Leistungsfähigkeit und Rentabilität von Adhäsions- und Zahnradbahnen einerseits und Drahtseilbahnen andererseits gezogen wurden, finden sich indes einige Ungenauigkeiten, welche in rein sachlichem Interesse zu berichtigen die Aufgabe des nachstehenden sein soll.

Ohne Zweifel kann es für den Fachmann nur erwünscht sein, wenn die Betriebsresultate zweier concurrirenden Beförderungsmittel, wie die Locomotiv- und die Drahtseilbahnen dies gegenwärtig geworden sind, einander vergleichsweise gegenübergestellt werden; die erste Bedingung für den praktischen Werth einer solchen Aufstellung ist aber die, dass sie den angeführten Systemen, ihren Vortheilen und Nachtheilen, in gleichem Mafse gerecht werden. Das ist meines Erachtens in dem Aufsatze des Hrn. Kuntze nicht durchweg der Fall.

Wenn der Verfasser z. B. sagt, dass die Direction der Grube Bedenken getragen habe, so werthvolle Materialien

wie Blei-, Zink- und Kupfererze für den Transport über Berg und Thal einer Drahtseilbahn anzuvertrauen, so braucht darauf nur erwidert zu werden, dass gegenüber der grofsen Anzahl der heute im Betriebe befindlichen Drahtseilbahnen, die in zahlreichen Fällen unter viel ungünstigeren Terrainverhältnissen seit Jahren zur Zufriedenheit arbeiten, diese Besorgnis eine unbegründete ist. Die Lintorfer Bleiwerke bedenken sich z. B. gar nicht, der Drahtseilbahn ebenfalls werthvolle Erze anzuvertrauen, und thun dies schon seit 4 Jahren mit bestem Erfolge. Ebenso wenig berechtigt ist der zweite gegen die Anlegung einer Drahtseilbahn angeführte Grund, der nämlich, dass der Anschluss an die im Thale zerstreut liegenden Aufbereitungen schwieriger als bei Bahnen mit festem Geleise herzustellen sei; es braucht hier nur auf die ebenfalls im Lahnthale ausgeführten Drahtseilbahnanlagen der Gebrüder Buderus in Wetzlar hingewiesen zu werden, welche theilweise unter ungünstigeren Verhältnissen, als in Friedrichssegen der Fall, den Transport zwischen den einzelnen Gruben und den Bahnhöfen vermitteln. Hier concurrirten gleichzeitig sehr ausführlich durchgearbeitete Entwürfe für Normalspur-, Schmalspur- und Drahtseilbahnen, und es ist wohl einleuchtend, dass die Gesellschaft für die Drahtseilbahnen deswegen sich entschied, weil sie unter den gegebenen Verhältnissen die meisten Vortheile boten. Wenn ferner in dem betreffenden Aufsatze angegeben wird, dass man für eine Drahtseilbahn, der häufigen Betriebsstörungen wegen, nur 250 Betriebstage im Jahre rechnen könne, so mag dies allerdings im Anfange des Betriebes bei einzelnen älteren Drahtseilbahnen zutreffend gewesen sein, kann aber nicht auf die neueren Anlagen bezogen werden. Der Betrieb bei diesen ist vielmehr ein so regelmäfsiger, dass die Bahnen bei aufmerksamer Bedienung im schlimmsten Falle einige Tage im Jahre aufser Thätigkeit sind. Ingenieur Gill in Bilbao giebt in einem Bericht an das »Iron and Steel Institute« an, dass die dortige Rochet'sche Drahtseilbahn, welche bei 33 pCt. Maximalgefälle auf 1840^{m} Länge täglich etwa 300 bis 350^{t} fördert, nur 9 Tage im Jahre aufser Betrieb war.

Bei der Angabe, dass vielfach behauptet werde, Drahtseilbahnen seien leistungsfähiger als Bahnen mit festem Geleise, hat sich der Berichterstatter nicht ganz correct ausgedrückt, da es wohl Niemand beikommen wird, die Leistungsfähigkeit einer Drahtseilbahn über die einer in ebenem Terrain erbauten Bahn mit festem Geleise zu stellen. Behauptet wird nur, und dies muss auch hier aufrecht erhalten werden, dass überall, wo das Terrain sehr coupirt ist und wo es sich daher nur um die Anlage entweder einer Drahtseilbahn oder einer Zahnradbahn handeln kann, die erstere vorzuziehen sei, weil sie eine gröfsere Leistungsfähigkeit als die letztere besitzt. Aufserdem ist sehr wohl zu berücksichtigen, dass in vielen Fällen, in welchen Drahtseibahnen immer noch verhältnismäfsig leicht und wohlfeil auszuführen sind, die Anlage einer Zahnradbahn unmöglich ist oder doch in solchem Grade vertheuert wird, dass aus diesem Grunde von der Ausführung derselben abgesehen werden muss. Denn dass bei Drahtseilbahnen sowohl Anlage- als Betriebskosten wesentlich geringer als bei unter gleichen Umständen gebauten Zahnradbahnen sind, geht deutlich aus den Constructionsverhältnissen der beiden Systeme hervor. Der kostspielige Oberbau der Zahnradbahnen mit den theuren Zahnstangen und die ebenfalls theuren Locomotiven werden bei Seilbahnen durch einfache Drahtseile und eine kleine stationäre Betriebsmaschine ersetzt. Bei Bahnen mit entsprechendem Gefälle wird selbst in den meisten Fällen die letztere entbehrlich sein. Ebenso sind die zu zahlenden Entschädigungen für Grund und Boden bei Seilbahnen sehr gering, da diese den Ackerbau und den Verkehr aufserordentlich wenig stören, während bei der Anwendung von Bahnen mit festen Geleisen mitunter sehr beträchtliche Summen für den Ankauf von Grundstücken verausgabt werden müssen.

Was nun die in dem Aufsatz enthaltenen Betriebsresultate von Drahtseilbahnen und Zahnradbahnen betrifft, so muss vor allem bemerkt werden, dass bei der obengenannten Zahnradbahn sehr günstige Verhältnisse vorlagen, während die angeführten Seilbahnen, besonders diejenige für Grube Anxbach, mit viel gröfseren Terrainschwierigkeiten zu kämpfen hatten. Während z. B. die gröfste Steigung der Bahn in Friedrichssegen auf der Adhäsionsbahn 1 : 20 und auf der Zahnradbahn 1 : 10 ist, hat die Drahtseilbahn der Grube Anxbach bei Linz Steigungen von 1 : 4. Ebenso ist bei der vergleichenden Berechnung der Betriebskosten der letzteren Bahn die wirkliche Leistung von 8460^{t}, dagegen bei der Bahn in Friedrichssegen die noch gar nicht erreichte Maximalleistung in Rechnung gezogen; geschähe dies auch bei der Drahtseilbahn, welche für das Dreifache des jetzigen Transportes ausgeführt ist, so würden die Resultate ganz andere und für die Drahtseilbahnen bedeutend günstigere werden. Aufserdem scheinen die berechneten Zahlen für Amortisation mit 3 pCt. für die Zahnstange, 4 pCt. für Locomotivschuppen und Sturzgerüste und 7 pCt. für das Betriebsmaterial viel zu niedrig gegriffen.

In der Berechnung sind unter anderem die Betriebskosten pro Tonnen-Kilometer der Ladung für die Zahnradbahn in Wasseralfingen mit 0,175 ℳ in Rechnung gestellt, während laut den auf der vorhergehenden Seite veröffentlichten Betriebsresultaten dieselben 0,256 ℳ betrugen. Aufserdem sind hierbei nur die Betriebskosten einschliefslich 4 pCt. Zinsen des Anlagekapitals berücksichtigt, während die ziemlich bedeutende Summe für Amortisation gar nicht in Rechnung gezogen ist. Bei der Zahnradbahn in Friedrichssegen betrugen die Kosten pro Tonnen-Kilometer im Jahre 1881/82: 0,247 ℳ, mithin bedeutend mehr, als bei der in Vergleich kommenden Drahtseilbahn, bei welcher der Transport für das Tonnen-Kilometer 0,164 ℳ kostete. Aber auch die 0,247 ℳ sind zweifellos noch zu niedrig gegriffen, da im Jahre 1879/80 nur 22 000^{t} transportirt wurden, während 37 514 in Rechnung gezogen sind. Allerdings sind nach der Aufstellung des Hrn. Kuntze diese 37 514^{t} im Jahre 1881/82 wirklich transportirt worden, doch scheint hierbei der Transport von Abraum sowie der durch den Bau der Bahn angehäuften Materialien mit inbegriffen zu sein, da nicht wohl anzunehmen ist, dass die Production der Grube in einem Jahre um 70 pCt. gewachsen sei; es wäre also der Betrieb in diesem Jahr als ein den normalen Verhältnissen nicht entsprechender zu bezeichnen.

Aber auch von diesen Zweifeln abgesehen, erscheint mir die Gegenüberstellung der Anlage- und Betriebskosten von Zahnrad- und Drahtseilbahn als eine zum Nachtheile der Drahtseilbahn ungerechte; ich würde sie in Ordnung finden, wenn beispielsweise eine Zahnradbahn unter annähernd denselben Verhältnissen, d. h. über eben solches Terrain und für dieselbe Leistung wie eine Drahtseilbahn gebaut wäre. Ich weifs z. B., dass die Anlagekosten einer Drahtseilbahn, welche die Eisenbahn für Friedrichssegen vollständig ersetzt hätte, etwa 60 000 ℳ (d. h. reichlich ein Drittel derjenigen für die genannte Bahn), und die Betriebskosten einschliefslich Erneuerung jährlich etwa 14 000 ℳ (d. h. ungefähr die Hälfte von denjenigen der genannten Bahn) betragen haben würden. Diese Verhältniszahlen würden aber bedeutend gröfser sein, wenn man z. B. an Stelle der Drahtseilbahn für Grube Anxbach eine gemischte Zahnrad- und Adhäsionsbahn setzen wollte. Es dürfte zu weit führen, lediglich zum Zwecke des Beweises die Kosten einer solchen berechnen zu wollen; jedenfalls dürfte sich aber mit Rücksicht auf das sehr coupirte Terrain (die angegebene Maximalsteigung von 25 pCt. und die vorhandenen gröfseren Thalüberschreitungen mit Spannweiten bis 220^{m} gestatten, sich ein Bild von dem Terrain zu machen), sowie die nothwendiger Weise erforderlichen bedeutenden Viaducte und andere gröfsere Bauwerke eine aufserordentlich hohe und die Rentabilität in Zweifel stellende Zahl ergeben. Aehnliches liefse sich bei Gelegenheit der Erwähnung der Fürstl. Braunfels'schen Anlage sagen; diese hat das an dieser Stelle sehr breite, zeitweise überschwemmte Lahnthal und die Staatsbahn zu überschreiten; die Kosten des hier für eine Schienenbahn erforderlichen kostspieligen Unterbaues wären sicher sehr bedeutend gewesen, und die Betriebskosten der Schienenbahn hätten diejenigen der Drahtseilbahnen gewiss um ein erhebliches Vielfaches übertroffen.

Dass zweckmäfsig und dauerhaft construirte und sachgemäfs betriebene Drahtseilbahnen eines der billigsten und bequemsten Transportmittel sind und in welligem oder gar coupirtem Terrain stets mit Schienenbahnen irgend einer Construction erfolgreich concurriren können, dürfte eine von jedem unparteiisch urteilenden Fachmanne getheilte Ansicht sein.

Siegen, im October 1882. Hochachtungsvoll

Heinr. Macco.

Geehrter Herr Redacteur!

Die mir gütigst zur Einsichtnahme übersandte Zuschrift des Hrn. Macco in Siegen veranlasst mich zu folgender Erwiderung:

Hr. Macco hat die Absicht, durch seinen Artikel einige Ungenauigkeiten, welche in dem Aufsatze über die Zahnradbahn der Grube Friedrichssegen enthalten sein sollen, in rein sachlichem Interesse zu berichtigen. Für diese Absicht bin ich dem Hrn. M. sehr dankbar. Dem Umfange seiner Ausführungen nach könnte man eine ganz stattliche Anzahl von Berichtigungen erwarten; aber nur wenig derartiges habe ich darin gefunden.

Die in dem ersten Theile seiner Ausführungen für und wider die beiden Transportsysteme angeführten Meinungen sind schon mehrfach, so auch in der Sitzung des Siegener Bezirksvereines vom 11. Februar 1881, erörtert worden. Die betreffenden Verhandlungen sind in No. 19 der Wochenschrift vom Jahre 1881 veröffentlicht. Aus diesen Verhandlungen, an welchen Hr. Macco Theil genommen hat, habe ich ebenso wenig wie aus den vorstehenden Ausführungen die Ueberzeugung gewinnen können, dass die Ansicht des Hrn. M. die unbestreitbar richtige sei.

Vor allem halte ich die Behauptung aufrecht, dass bei Bahnen mit festen Geleisen leichter Anschlüsse und Abzweigungen zu machen sind, als bei den schwebenden Drahtseilbahnen. In Heft V des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens von diesem Jahre sind die Drahtseilbahnen der Firma Gebrüder Buderus, auf welche Hr. Macco Bezug nimmt, näher beschrieben. Auch diese Beschreibung hat mich nicht überzeugen können, dass meine vorhin betonte Meinung unzutreffend sei.

Warum die Firma Gebr. Buderus, statt der erst in Gemeinschaft mit der Firma Gebr. Lossen projectirten Secundärbahn von Guntersau aus, schliefslich Drahtseilbahnen zum Transporte der Erze von ihren Gruben nach der Lahnbahn angelegt hat, das hier zu erörtern, halte ich nicht für angezeigt, und dies ist auch für die Frage, um die es sich handelt, ohne Werth. Nur sei erwähnt, dass die Sache durchaus nicht so einfach liegt, wie Hr. M. dies darstellt.

Die Angabe, dass nicht für alle Drahtseilbahnen nur 250 Betriebstage pro Jahr gerechnet werden können, nehme ich als sachliche Berichtigung an.

Aus der Sitzung des Siegener Bezirksvereines, auf welche vorhin schon Bezug genommen wurde, wird ferner berichtet (Seite 161 der Wochenschrift vom Jahre 1881):

> »Redner (Hr. Macco) hob schliefslich gegenüber den Anlagen fester Secundärbahnen die grofse Leistungsfähigkeit, die durchschnittlich bequeme Anlage, die verhältnismäfsig sehr billigen Anlagekosten und die sehr geringen Transportkosten von Drahtseilbahnen hervor.«

Hier vergleicht Hr. Macco allgemein Drahtseilbahnen mit festen Secundärbahnen. Jetzt soll diese Behauptung der geringeren Leistungsfähigkeit für Bahnen im ebenen Terrain nicht mehr gelten; damit berichtigt sich Hr. M. also selbst. Aber auch für Zahnradbahnen trifft die Behauptung nicht zu. In der Beschreibung der neuesten Bahnanlagen der Firma Gebr. Buderus in Heft V des »Organs« wird als gröfste Leistung für die betreffenden Drahtseilbahnen 25000^{kg} pro Stunde angegeben. Erreicht wird diese Leistung durch Wagen von 300^{kg} Inhalt, welche in Entfernung von 65^{m} mit einer Geschwindigkeit von 1,5^{m} pro Secunde hinter einander folgen. Dieses Transportquantum und ein noch mehrfach gröfseres kann durch Zahnradbahnen leicht bewältigt werden.

Wie dies möglich ist, habe ich auf Seite 187 der Zeitschrift dieses Jahres angedeutet, und wie verschiedene Autoritäten im Eisenbahnwesen darüber denken, das ist in dem neuerlich erschienenen »Achten Supplementbande zum Organe für die Fortschritte des Eisenbahnwesens«, welcher die von einer besonderen Commission des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen zusammengestellten Erfahrungsresultate über Bau und Betrieb von Strafsen- und Zahnradbahnen enthält, auf Seite 167 zu lesen. Noch sei angeführt, dass die im Bau begriffene Zahnradbahn auf den Drachenfels im Stande sein wird, pro Tag etwa 4500 Personen zu Berg und zu Thal zu fördern; das würde einer Leistung von etwa 350^{t} nach beiden Richtungen, in Summa von 700^{t} pro Tag entsprechen.

Ich bezweifle nicht, dass Drahtseilbahnen Massentransporte bewältigen können; nur mag Hr. Macco dies auch für Zahnradbahnen zugeben.

Die lange Auseinandersetzung, weshalb Drahtseilbahnen unter Umständen zweckmäfsiger sind als Zahnradbahnen, bringt nichts neues; diese Zweckmäfsigkeit erkenne ich auch an. Hr. Macco geht aber zu weit, wenn er die Drahtseilbahnen als etwas fast vollkommenes, für alle Verhältnisse passendes hinstellt; das können dieselben nicht beanspruchen, dafür hängen die Seile denn doch an zu leicht vergänglichen hölzernen Säulen.

Bei dem auf Seite 185 der Zeitschrift dieses Jahres — unter Angabe möglichst genauer, durchsichtiger Zahlen über die Betriebsresultate der betreffenden Anlagen — angestellten Vergleiche komme ich zu folgendem Schlusse:

> »Die Drahtseilbahnen unter 1 und 2 haben höhere Betriebskosten pro Tonnenkilometer als die Zahnradbahnen.«

Man vergleiche, ob dies stimmt; ich kann kein anderes Resultat finden. Im Jahre 1879/80 war die Bahn in Wasseralfingen nur 6 Stunden täglich in Betrieb, wie auf Seite 183 der Zeitschrift angegeben ist; dieselbe wurde also nicht vollständig ausgenutzt, ähnlich wie die Drahtseilbahnen unter 1 und 2; und in den betreffenden Betriebskosten sind gleichmäfsig keine Beträge für Erneuerung enthalten.

Weiter folgere ich aus dem angestellten Vergleiche (Seite 185 der Zeitschrift):

> »Nach den Angaben unter 3 kostet das Tonnenkilometer einschl. Zinsen und Erneuerung 0,164 ℳ bei einer jährlichen Leistung von 23410^{t}; die entsprechenden Kosten betragen in W. 0,175 ℳ bei einer Leistung von 47624^{t} pro Jahr.«

Bei diesem Vergleiche finde ich wieder keine Ungenauigkeit. Die Drahtseilbahn hat täglich 10 Stunden gearbeitet; die Angaben für die Zahnradbahn gelten ebenfalls für eine zehnstündige Arbeitszeit und in beiden Zahlen sind die Kosten einschl. Zinsen und Erneuerung enthalten und beide Bahnen transportiren ohne Zwischenstation von einem Ende zum anderen. Die Angabe der Betriebskosten der Bahn in Wasseralfingen für eine zehnstündige Arbeitszeit sind der auf Seite 183 der Zeitschrift angegebenen Quelle entnommen und lassen keinen Zweifel zu. Die Bahn in Friedrichssegen hat höhere Betriebskosten; den wesentlichen Grund hierfür sehe ich in den vielen Zwischenstationen dieser Bahn und den geringeren Transportweiten; hierauf komme ich weiter unten zurück.

Hrn. Macco scheinen die von mir in Rechnung gestellten Beträge für Amortisation bei den Zahnstangen, dem Locomotivschuppen und Sturzgerüste und dem Betriebsmateriale viel zu niedrig gegriffen.

In dem bereits erwähnten »achten Supplementbande zum Organ« ist auf Seite 156 angegeben, dass eine Abnutzung der Zahnstangen nach zehnjährigem Betriebe auf der Rigi-Bahn, nach siebenjährigem Betriebe bei der Kahlenbergbahn usw. noch nicht zu constatiren ist. Auf Seite 162 desselben Bandes wird für Zinsen und Amortisation bei Zahnradlocomotiven 8 pCt. gerechnet. Danach sind die auf Seite 181 der Zeitschrift von mir in Rechnung gestellten Beträge für Erneuerung (3 pCt. für Zahnstange und 7 pCt. für Betriebsmaterial — ohne Zinsen —) nicht zu niedrig, wohl aber zu hoch gegriffen. Der für Locomotivschuppen und Sturzgerüste vorgesehene Betrag (4 pCt.) genügt gleichfalls.

Nach alledem halte ich die auf Seite 185 der Zeitschrift von mir gezogene Schlussfolgerung:

> »Es stehen demnach die Zahnradbahnen als Repräsentanten der Bahnen mit festem Geleise bei schwierigen Terrainverhältnissen inbezug auf die Höhe der Betriebskosten nicht so sehr hinter den anerkannt billig transportirenden Drahtseilbahnen zurück«

durchaus für gerechtfertigt und begründet.

Und warum will Hr. Macco dies nicht gelten lassen? Die einzelnen Vorzüge eines Transportsystemes finden ihren Ausdruck summarisch in der Höhe der Betriebskosten, und rückhaltlos ist von mir ausgesprochen, dass die Drahtseil-

bahnen billig transportiren. Dieselben verdienen sicherlich das hohe Interesse, welches sie in den letzten Jahren gefunden haben; zugleich bin ich aber der Meinung, dass die Zahnradbahnen ebenfalls Beachtung verdienen, und zwar mehr Beachtung, als denselben bis jetzt zu Theil geworden ist.

Was sollen aber nun gar die Zweifel über die Transportmenge der Bahn in Friedrichssegen im Jahre 1881/82? Wie kann Hr. Macco bei Ausführung der Absicht, Ungenauigkeiten in rein sachlichem Interesse zu berichtigen, zu solchen Zweifeln kommen? Was die Bahn transportirt hat, das ist ja ausführlich von mir angegeben auf Seite 182 der Zeitschrift; auch ist da zu lesen, dass im November und December 1881 das gröfste Quantum transportirt wurde, und nicht etwa gleich nach dem Baue der Bahn im April oder Mai. Hr. Macco glaubt sich berechtigt, den Betrieb auf der Bahn im Jahre 1881/82 als einen den normalen Verhältnissen nicht entsprechenden bezeichnen zu dürfen! Nun, dieser nach der Meinung des Hrn. Macco abnorme Betrieb wird so lange dauern, als die Direction der Grube Friedrichssegen dies für vortheilhaft hält.

In der oben citirten Aeufserung aus der Sitzung des Siegener Bezirksvereines (Seite 161 der Wochenschrift vom Jahre 1881) giebt Hr. Macco sein Urteil ab über die Höhe der Anlage- und Betriebskosten von Drahtseilbahnen und von festen Secundärbahnen, ohne weitere Angaben über die in Vergleich gestellten Bahnen zu machen. Jetzt will derselbe eine Gegenüberstellung erst in der Ordnung finden,

> »wenn beispielsweise eine Zahnradbahn unter annähernd denselben Verhältnissen, d. h. über eben solches Terrain und für dieselbe Leistung, wie eine Drahtseilbahn, gebaut wäre.«

Dann käme eine derartige Gegenüberstellung wahrscheinlich überhaupt nicht zu Stande. Man kommt der Wahrheit am nächsten, wenn man möglichst viele Anlagen in Betracht zieht. Hr. Macco scheint allerdings der Ansicht zu sein, dass ich bei den Drahtseilbahnen nur ungünstige Fälle angeführt habe. Trifft dies denn etwa zu bei der Fürstlich Braunfels'schen Bahn? Dass hier die Bahn an einer Stelle unter dem Drahtseile wegfliefst, das bringt für den Betrieb derselben doch keine Erschwernis mit sich. Für eine an dieser Stelle zu erbauende Bahn mit festem Geleise wäre die Lahn allerdings recht störend. Aber ich fasse den von Hrn. Macco im Eingange seines Artikels gebrauchten Ausdruck »concurrirende Beförderungsmittel« durchaus nicht so geschäftlich auf, dass nun das eine System das andere absolut verdrängen soll. Platz für beide ist da, und der Allgemeinheit ist am besten gedient, wenn in jedem Falle das relativ beste System gewählt wird, wenn auch das Interesse Einzelner dabei zurücktreten muss.

Ueber die Anlagekosten von Drahtseilbahnen wird auf Seite 161 der Wochenschrift vom Jahre 1881 aus den Verhandlungen des Siegener Bezirksvereines ferner berichtet:

> »In der sich anschliefsenden Discussion kam Hr. Macco auf die vom Vorredner gegebenen Angaben bezüglich Anlagekosten von Drahtseilbahnen zurück und hielt es für unmöglich, ja geradezu bedenklich, so allgemeine Sätze für Drahtseilbahnen anzugeben, da locale Verhältnisse in Betracht zu ziehen seien. Trotz angegebener, genauer Vorschriften hätten die Anschläge um 25 pCt., ja 50 pCt. differirt; letztere Differenz sei schon darin begründet, ob die Laufbahnen in Rundeisen oder in Seilen ausgeführt würden«.

Hr. Macco charakterisirt hier die Zuverlässigkeit von Anschlägen für Drahtseilbahnen, denn die Differenzen von 25 pCt., ja 50 pCt. können nicht allein durch die Verwendung von Rundeisen oder Drahtseilen veranlasst sein, und es darf doch wohl angenommen werden, dass Hr. Macco nicht für seine Anschläge allein eine Ausnahme beansprucht.

Ich bezweifle also die Zuverlässigkeit der von demselben angegebenen Summe für eine Drahtseilbahn in Friedrichssegen, und noch mehr bezweifle ich die angegebenen Betriebskosten von 14000 ℳ für eine solche Bahn. Auf letzteren Punkt will ich etwas näher eingehen und das unzutreffende in der Angabe der Betriebskosten, die ungefähr denen der Fürstlich Braunfels'schen Grube entsprechen, nachzuweisen suchen.

Die Bahn in Friedrichssegen hat jetzt 4 stets benutzte Lade- und Entladestellen, und zwar:

1. auf der oberen Halde, 2. am Pochwerke, 3. am Rundherdbau III, 4. auf dem Lagerplatz in Ahl; aufserdem liegen zwischen den Stationen 16 und 19 der Bahn noch mehrere, in kürzeren oder längeren Perioden benutzte Ladestellen (Gasfabrik, Eiskeller, Aufbereitung II). Die durch die Bahn transportirten Berge werden an verschiedenen Stellen entlang der Bahn gestürzt.

Die Bedienung einer Drahtseilbahn in Friedrichssegen würde erfordern:

Auf der oberen Halde zum Entladen von Kohlen und Laden von Erzen	2 Mann
Am Pochwerke zum Laden von Erzen und Bergen und zum Entladen von Kohlen sowie zur Bedienung der Abzweigung nach der oberen Halde	3 »
An dem in der Nähe von Station 15 der Bahn einzurichtenden Haldensturz	2 »
Am Rundherdbau III zum Laden und Entladen und zur Bedienung der Abzweigung	3 »
Zum Verwiegen sämmtlicher beladener Wagen in Ahl	1 »
Zum Entladen der Erze in Ahl (etwa 15 bis 20 verschiedene Sorten) und Vertheilen derselben auf die verschiedenen Lagerstellen, wobei Wege bis zu 60m Länge zu durchlaufen wären . . .	3 »
Zum Laden von täglich etwa 17,5t Kohlen und Kalk und zur Verrichtung sonstiger Nebenarbeiten .	2
Summa	16 Mann.

16 Mann à 720 ℳ =	11 520 ℳ
1 Steiger zur Beaufsichtigung der Arbeiten in Ahl (der jetzt gleichfalls dort ist)	1 320 »
Maschinist, Kohlen, Oel	2 000 »
Unterhaltung der Bahnanlagen, Zinsen und Erneuerung	9 000 »
(= 15 pCt. von 60000 ℳ; bei der Fürstlich Braunfels'schen Bahn sind 12 pCt. allein für Zinsen und Erneuerung gerechnet)	
Summa	23 840 ℳ.

Die entsprechenden Kosten betragen für die Zahnradbahn (nach Seite 181 der Zeitschrift) 27 834 ℳ. Die Differenz beträgt also etwa 4000 ℳ zu Gunsten der Drahtseilbahn. Dabei sind aber die Ladestellen zwischen den Stationen 16 und 19 durch die Drahtseilbahn gar nicht bedient und zudem hat Hr. Macco an keiner Stelle seiner Ausführungen verrathen, wie durch eine Drahtseilbahn die Forderung der Direction der Grube, jederzeit an beliebiger Stelle des Thales laden und entladen zu können, erfüllt werden soll. Ich bin durchaus nicht zweifelhaft, für welches Transportsystem die Direction der Grube Friedrichssegen sich auch jetzt noch entscheiden würde, selbst wenn mit Sicherheit zu erwarten wäre, dass die Betriebskosten der Drahtseilbahn um 10 bis 15 pCt. geringer sein würden als bei der Zahnradbahn.

> »Dass zweckmäfsige und solide construirte und rationell betriebene Drahtseilbahnen eines der billigsten und bequemsten Transportmittel sind«,

darin stimme ich mit Hrn. Macco überein. Wo dieselben mit Schienenbahnen irgend einer Construction erfolgreich concurriren können, das muss aber noch von Fall zu Fall entschieden werden. Wie die Entscheidung fällt — ob für Drahtseilbahnen oder für feste Schienenbahnen — dabei bin ich sicherlich weniger interessirt, als Hr. Macco anzunehmen scheint.

Wiesbaden, im November 1882.

A. Kuntze.

A. W. Schade's Buchdruckerei (L. Schade) in Berlin, Stallschreiberstr. 45/46.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 08005 2536

